



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS E TÍTULOS PARA O PROVIMENTO DE CARGO DE  
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR NAS CLASSES ADJUNTO-A, ASSISTENTE-A E AUXILIAR  
EDITAL Nº 059/2023-PROGESP

**QUÍMICA ANALÍTICA**

**Leia estas instruções:**

1	Informe seu nome nos dois espaços indicados na parte inferior desta capa. Ao finalizar sua prova, as duas partes onde constam seu nome e o código numérico serão destacadas pelo fiscal. Uma parte será entregue a você e a outra será guardada em um envelope que será lacrado no fim da aplicação.
2	Em atendimento ao Art. 18 da Resolução nº 150/2019-CONSEPE, sua prova será identificada unicamente por esse código numérico, gerado por sorteio na ocasião da impressão da prova.
3	Quando o Fiscal autorizar, verifique se o Caderno está completo e sem imperfeições gráficas que impeçam a leitura. Detectado algum problema, comunique-o, imediatamente, ao Fiscal.
4	Este caderno contém <b>três</b> questões discursivas, cujas respostas serão avaliadas considerando-se apenas o que estiver escrito no espaço reservado para o texto definitivo, e <b>20 questões de múltipla escolha</b> . Para rascunho, utilize as folhas fornecidas pelo fiscal destinadas a esse fim.
5	Cada questão de múltipla escolha apresenta quatro opções de resposta, das quais apenas uma é correta.
6	Escreva de modo legível, pois dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
7	Interpretar as questões faz parte da avaliação, portanto não peça esclarecimentos aos fiscais.
8	A prova escrita <b>deverá</b> ser respondida com <b>caneta esferográfica de tinta preta, sob pena de eliminação</b> no concurso.
9	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
10	Você dispõe de, no máximo, <b>quatro horas</b> para redigir as respostas das questões discursivas <b>no espaço definitivo</b> deste caderno, responder às questões de múltipla escolha e preencher a <b>Folha de Respostas</b> .
11	O preenchimento da Folha de Respostas é de sua inteira responsabilidade.
12	Antes de se retirar definitivamente da sala, <b>devolva</b> ao Fiscal <b>este Caderno e a Folha de Respostas</b> .
13	Será permitida a utilização de calculadoras científicas que não possuam os seguintes recursos: 1- edição de textos, 2- programação de códigos, 3- geração de gráficos 2D ou 3D; 4-capacidade de comunicação (transmissão ou recepção de dados) sem fio. Não será permitida a utilização de calculadoras em celulares, notebooks ou outros dispositivos eletrônicos.



Corte aqui

VIA DO ENVELOPE DE SEGURANÇA

Informe seu nome completo: \_\_\_\_\_



Corte aqui

VIA DO CANDIDATO

Informe seu nome completo: \_\_\_\_\_

**TABELA PERIÓDICA DISPONÍVEL NA ÚLTIMA FOLHA DESTE CADERNO.**

**COMPROVANTE DO TEMA SORTEADO PARA A PROVA DIDÁTICA**

**Concurso Público para Professor Efetivo – Edital nº 059/2023-PROGESP**

ÁREA: QUÍMICA ANALÍTICA

NOME DO CANDIDATO: \_\_\_\_\_

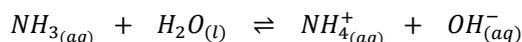
TEMA SORTEADO: \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) - Preenchido pelo chefe de sala

CHEFE DE SALA: \_\_\_\_\_

FISCAL: \_\_\_\_\_

## QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Para responder as questões de 1 a 3, considere que amônia foi dissolvida em água para produzir 100,0 mL de uma solução 0,1 mol L<sup>-1</sup>, para o que se observa o equilíbrio demonstrado pela reação a seguir:



A esse meio foi adicionado 1 gota de fenolftaleína a 1% como solução indicadora de pH.

01. Considere que ao sistema em equilíbrio indicado adiciona-se 0,79 g bicarbonato de amônio.

$$\text{Dados a } 25^\circ\text{C: } K_w = 1,0 \times 10^{-14}, K_b(NH_3) = 1,8 \times 10^{-5}, \\ K_{a_1}(H_2CO_3) = 4,4 \times 10^{-7} \text{ e } K_{a_2}(H_2CO_3) = 4,7 \times 10^{-11}$$

Se a adição do indicador e do sal não causam variações consideráveis de volume do meio, a solução

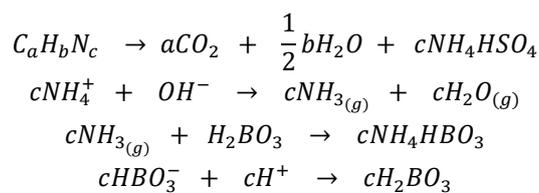
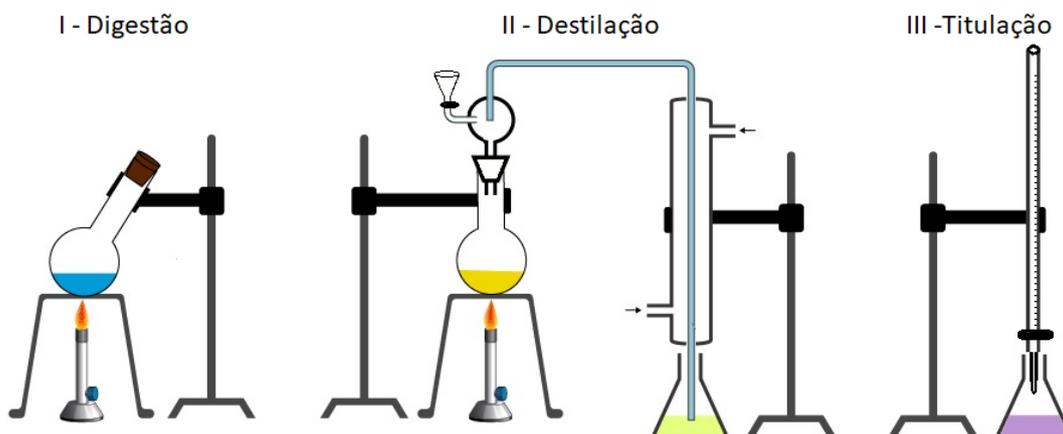
- A) permanece com coloração rosa em decorrência do efeito do íon comum sobrepor-se à hidrólise provocada pelos íons monohidrogenocarbonato.
- B) inicialmente rosa muda para incolor em decorrência do efeito do íon comum sobrepor-se à hidrólise provocada pelos íons monohidrogenocarbonato.
- C) permanece com coloração rosa em decorrência da hidrólise provocada pelos íons monohidrogenocarbonato sobrepor-se ao efeito do íon comum.
- D) inicialmente rosa muda para incolor em decorrência da hidrólise provocada pelos íons monohidrogenocarbonato sobrepor-se ao efeito do íon comum.
02. Se for adicionado gás carbônico suficiente para obter-se concentração de 0,1 mol L<sup>-1</sup> de ácido carbônico, observa-se que o Ph
- A) mantém-se constante, por conseguinte a solução mantém-se na cor rosa.
- B) irá diminuir, por conseguinte a solução tornar-se-á incolor.
- C) irá aumentar, por conseguinte a solução mantém-se rosa.
- D) mantém-se constante, por conseguinte a solução mantém-se incolor.
03. Se ao invés de se adicionar gás carbônico, for adicionado íons Ca<sup>2+</sup> o suficiente para obter-se concentração de 0,1 mol L<sup>-1</sup> desse íon, então, considerando que  $K_{ps}(CaCO_3) = (4,7 \times 10^{-9})$  e que  $K_{ps}(Ca(OH)_2) = (2,4 \times 10^{-6})$ , o que vai se observar é que a solução apresentará a formação de um precipitado branco de
- A) CaCO<sub>3</sub> e coloração rosa.                      C) Ca(OH)<sub>2</sub> e coloração rosa.
- B) CaCO<sub>3</sub> e coloração incolor.                      D) Ca(OH)<sub>2</sub> e coloração incolor.
04. Dezenas de detectores foram desenvolvidos durante o desenvolvimento da cromatografia gasosa com o intuito de produzir dispositivos com sensibilidade adequada, boa estabilidade e reprodutibilidade, e resposta linear para diversas ordens de grandeza de concentração em temperaturas, desde a ambiente até cerca de 400 °C. As afirmativas abaixo referem-se a características de detectores usados em cromatografia gasosa.

I	É altamente sensível a moléculas que possuem grupos funcionais eletronegativos como halogênios, peróxidos e quinonas.
II	É seletivo para os compostos orgânicos que contém fósforo e nitrogênio.
III	Opera do mesmo modo que um contador proporcional para medidas de radiação X.
IV	Está baseado na reação entre certos compostos de enxofre e o ozônio.

Das afirmativas acima, as que se referem ao detector de captura de elétrons são apenas

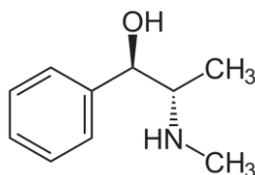
- A) II e IV.                      B) I, II e III.                      C) I e III.                      D) II, III e IV.

05. Um método importante para determinação de nitrogênio foi desenvolvido a cerca de cem anos pelo o químico dinamarquês Johan Gustav Kjeldahl e tem como fundamento a transformação do nitrogênio das proteínas em nitrogênio inorgânico, numa etapa I de digestão em que a amostra é colocada em contato com ácido sulfúrico e uma mistura catalítica (p.e.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ , 3:1) e aquecido a cerca  $350\text{ }^\circ\text{C}$ . Após resfriamento, numa etapa II,  $\text{NaOH}$  concentrado é adicionado à mistura e a amônia é recolhida num frasco contendo uma solução saturada de ácido bórico. Na etapa III procede-se à titulação com ácido clorídrico padrão utilizando-se uma solução indicadora constituída de azul de metileno e vermelho de metila.



Uma amostra de 0,5000 g de leite em pó integral, submetida ao Método de Kjeldahl, consumiu na titulação 22,2 mL de uma solução padrão de  $\text{HCl}$   $0,1000\text{ mol L}^{-1}$ . Considerando que as proteínas do leite apresentem 16% de nitrogênio, o teor (%) de proteína nessa amostra de leite é de

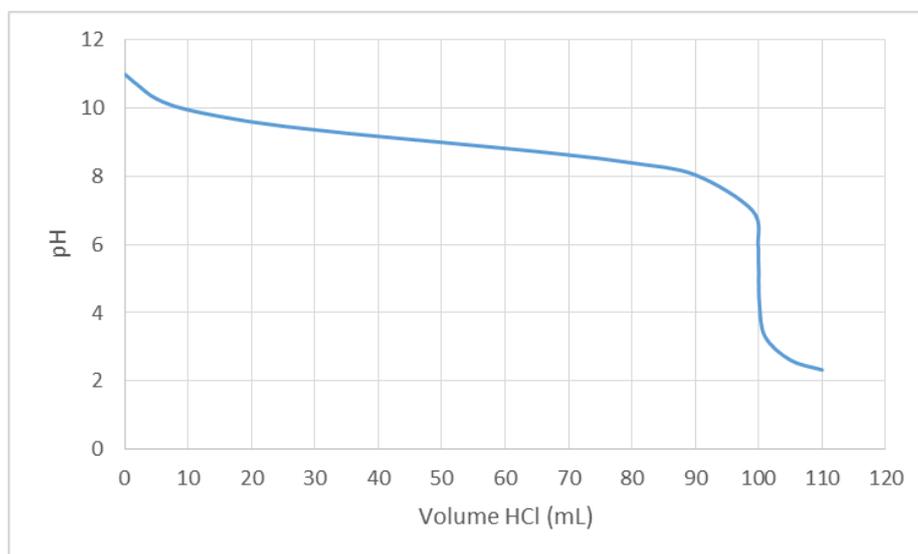
- A) 6,22.                      C) 31,08.  
 B) 19,43.                     D) 38,85.
06. A Pseudoefedrina, cuja estrutura é mostrada abaixo, é um antialérgico de uso oral muito utilizado no tratamento de sintomas associados à rinite alérgica, gripes e resfriados, como coriza, coceira ou entupimento do nariz. O grupo amino dessa espécie tem  $\text{pK}_a = 10,20$ . Comercialmente, a pseudoefedrina é encontrada na forma salina de sulfato, cloridrato, oxalato ou fosfato, pois, nessas formas, a solubilidade em água é maior. Considere, então, uma solução obtida pela mistura de 12,00 mL de uma solução  $0,0685\text{ mol/L}$  do cloridrato de pseudoefedrina, com 18,00 mL de uma solução  $0,0375\text{ mol/L}$  de  $\text{NaOH}$ .



O pH da solução da solução descrita é

- A) 10,00.                      C) 10,53.  
 B) 10,20.                     D) 10,86.

07. É inegável a importância do conhecimento do equilíbrio químico na área de Química Analítica. Frequentemente usamos valores de constantes de equilíbrios para cálculos de pH de soluções, previsão de precipitação, complexação e solubilidade. Diversas técnicas como condutimetria, espectrofotometria e potenciometria podem ser empregadas para a determinação das referidas constantes. A titulação potenciométrica é umas das formas utilizadas para a determinação do  $K_a$  de ácidos fracos,  $K_b$  de bases fracas, bem como as constantes de hidrólise de sais derivados destes ácidos ou bases. A curva abaixo representa a titulação de uma base fraca (B) com uma solução 0,10 mol/L de HCl.



Dado:  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$  a  $25^\circ\text{C}$

A partir da curva apresentada, o  $K_b$  da base BOH e a constante de hidrólise do sal formado durante a titulação são, respectivamente,

- A)  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-11}$   
 B)  $1 \times 10^{-3}$  e  $1 \times 10^{-11}$   
 C)  $1 \times 10^{-9}$  e  $1 \times 10^{-5}$   
 D)  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-9}$
08. Métodos convencionais de purificação de água, normalmente, não são efetivos no tratamento de alguns compostos orgânicos sintéticos como organoclorados que estão dissolvidos em baixas concentrações. Como formas alternativas de suprir esta deficiência no tratamento da água, diversos métodos têm sido desenvolvidos, como os processos oxidativos avançados (POA). Com relação aos POA, analise as afirmações abaixo.

I	Visam a mineralização dos poluentes, transformando-os, principalmente, em $\text{CO}_2$ e $\text{H}_2\text{O}$ .
II	Envolvem a geração do radical hidroxila livre em solução.
III	Luz ultravioleta é frequentemente utilizada para auxiliar o processo de oxidação.
IV	Dióxido de titânio, $\text{TiO}_2$ , pode ser usado em suspensão ou na superfície de eletrodos modificados.

Estão corretas

- A) todas as afirmações.  
 B) somente as afirmações I e III.  
 C) somente as afirmações II e IV.  
 D) somente as afirmações II e III.

- 09.** Em medidas de espectrometria de emissão óptica em plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), é frequente a utilização de padrões internos. Nesse método, uma quantidade fixa do elemento utilizado como padrão interno é adicionada a cada solução padrão e às amostras que serão analisadas. A curva analítica é construída pela regressão linear entre a concentração do analito e a razão das intensidades de emissão do analito e do padrão interno. Para medidas em ICP-OES, o elemento utilizado como padrão interno
- A)** deve ter energia de ionização significativamente diferente da observada pelo analito e ser termicamente estável
  - B)** não deve ser detectável originalmente na amostra e a sua energia de ionização deve ser semelhante à do analito..
  - C)** deve estar presente na amostra analisada em quantidades apreciáveis.
  - D)** não deve formar óxidos refratários, não deve ser detectável na amostra e deve apresentar energia de ionização significativamente diferente da observada pelo analito.
- 10.** Em relação à técnica de absorção atômica com atomização por chama, a técnica de absorção atômica com atomização eletrotérmica (forno de grafite) possui a vantagem de
- A)** apresentar maior eficiência na atomização, maior sensibilidade, melhor precisão e menor custo de análise.
  - B)** apresentar melhor precisão, menor tempo de análise e menor custo de análise, além de permitir análises simultâneas.
  - C)** requerer um menor volume de amostra e apresentar menor tempo de análise e maior sensibilidade.
  - D)** apresentar maior sensibilidade, requerer menor volume de amostra e permitir análise de sólidos e suspensões.
- 11.** Para ser possível realizar uma análise cromatográfica, vários pontos devem ser considerados, dentre eles o modo de separação, o tipo/modo de eluição, os tipos de fase móvel e de fase estacionária. Além disso, para garantir a qualidade da análise, por vezes se faz necessário realizar a preparação da amostra. Acerca deste tema, é correto afirmar que:
- A)** A micro-extração em fase sólida ganhou destaque com o passar dos anos, pois, além de reduzir a quantidade de solvente empregada na etapa de preparo de amostra, também consegue eliminar possíveis interferentes da amostra, uma vez que sua composição pode ser igual à fase estacionária que constitui a coluna cromatográfica.
  - B)** Diversos tipos de extração são empregados em preparo de amostras para análise cromatográfica, sendo a extração em fase sólida preferida frente à extração líquido-líquido e à micro extração utilizando cartuchos.
  - C)** A técnica de *head space* é comumente utilizada para análises em equipamentos de HPLC, pois permite extrair analitos de uma dada amostra, volatilizando-os para o processo de injeção.
  - D)** Substâncias que se apresentam na interface entre o estado líquido e gasoso, geralmente, necessitam de análise cromatográfica empregando um fluido supercrítico como o CO<sub>2</sub>. Em geral, as extrações realizadas com tal fluido utilizam maior quantidade de energia que os métodos convencionais e necessitam do uso de solventes.

12. A extração em ponto nuvem (EPN) é uma opção mais interessante e eficiente do que a extração líquido-líquido, considerando a não exposição a solventes, custos de disposição e tempo de extração. Sobre EPN, avalie as afirmativas abaixo.

I	EPN é baseada no comportamento de fases de surfactantes zwitteriônicos em solução aquosa, os quais exibem separação de fase após aumento de temperatura ou adição de agente quelante.
II	Acima do ponto de nuvem, após certo tempo ou mediante centrifugação, formam-se duas fases líquidas, uma que contém alta concentração do surfactante e as espécies extraídas, e uma fase aquosa contendo uma pequena concentração do surfactante, próxima à concentração micelar crítica.
III	Os principais fatores que influenciam na execução da EPN incluem o pH, a temperatura e a concentração do surfactante, sendo este último um fator crítico para formação e estabilidade do complexo metálico.

Entre as afirmações apresentadas,

- A) apenas III está correta.
- B) apenas I está correta.
- C) I e II estão corretas.
- D) I, II e III estão corretas.
13. A Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Nº 430/2011 dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, e complementa e altera a Resolução Nº 357/2005, que trata da classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Em relação às resoluções citadas, é **INCORRETO** afirmar que:
- A) Por definição águas doces possuem salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; águas salobras superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰, e águas salinas salinidade igual ou superior a 30 ‰.
- B) Os corpos de água são classificados segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. Águas doces, classificadas como Classe 1, que se destinam ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas, devem apresentar DBO 5 dias a 20°C de até 10 mg/L de O<sub>2</sub> e pH 4,0 a 10,0.
- C) De acordo com a Resolução Nº 430/2011, efluente é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos, e fator de toxicidade (FT) é um número adimensional que expressa a menor diluição do efluente que não causa efeito deletério agudo aos organismos, num determinado período de exposição, nas condições de ensaio.
- D) Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento. Cabe ao órgão ambiental competente, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos.

14. A agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Tem como desafio, erradicar a pobreza e promover vida digna a todos, dentro das condições que o nosso planeta oferece e sem comprometer a qualidade de vida das próximas gerações. Sobre esta agenda, assinale a alternativa **INCORRETA**.

- A) Chefes de Estado e de Governo e altos representantes, reuniram-se na sede das Nações Unidas em Nova York, de 25 a 27 de setembro de 2015, para definir os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável globais.
- B) Foram anunciados 15 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável com 169 metas associadas que são integradas e indivisíveis, nos quais líderes mundiais comprometeram-se a uma ação comum e um esforço via agenda política ampla e universal.
- C) A Agenda 2030 é conduzida pelos propósitos e princípios da Carta das Nações Unidas, incluindo o pleno respeito pelo direito internacional, fundamentada na Declaração Universal dos Direitos Humanos, tratados internacionais de direitos humanos, Declaração do Milênio e os resultados da Cúpula Mundial de 2005, além de outros documentos, como a Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento.
- D) Todos os signatários da Agenda 2030 comprometeram-se a promover a compreensão intercultural, a tolerância, o respeito mútuo, ética de cidadania global e responsabilidade compartilhada. Com o reconhecimento da diversidade natural e cultural do mundo, no qual todas as culturas e civilizações podem contribuir para o desenvolvimento sustentável.

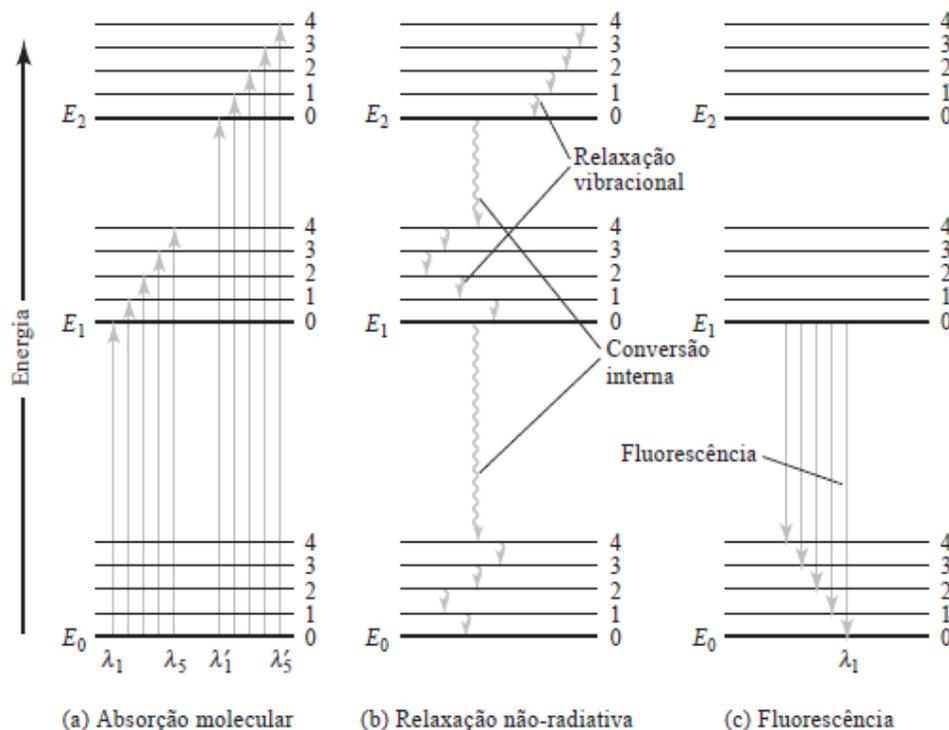
15. A luminescência está relacionada a fenômenos que envolvem a absorção de energia e sua posterior re-emissão. A emissão de curta duração é chamada fluorescência, enquanto a luminescência de maior duração é denominada fosforescência. A fluorescência é um dos muitos mecanismos pelos quais a molécula retorna ao seu estado fundamental original após ter sido excitada pela absorção de radiação. Todas as moléculas absorventes apresentam potencial para fluorescerem, no entanto muitos compostos não o fazem (Fonte: Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., Crouch, S.R., Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 9ª Edição americana, São Paulo: Cengage Learning, 2014). Nesse contexto, analise as afirmações abaixo.

I	Alguns compostos não apresentam fluorescência, pois contêm anéis aromáticos e ligações duplas altamente conjugadas, o que impede a relaxação não radioativa.
II	Muitos compostos não apresentam fluorescência, pois suas estruturas provêm caminhos para a relaxação não-radiativa mais rápida que a emissão fluorescente.
III	Alguns compostos não apresentam fluorescência, pois sua eficiência quântica aumenta com o número de anéis e seu grau de condensação.
IV	Muitas vezes a fluorescência não é observada, pois alguns compostos apresentam um deslocamento do comprimento de onda máximo de absorção que afeta a eficiência da fluorescência.

Entre as afirmações apresentadas,

- A) apenas II está correta.
- B) apenas I está correta.
- C) I e IV estão corretas.
- D) III e IV estão corretas.

16. O diagrama da Figura abaixo mostra os níveis de energia retratando alguns dos processos que ocorrem durante: (a) absorção de radiação incidente, (b) relaxação não-radiativa, e (c) emissão fluorescente por espécies moleculares. Tipicamente, a absorção ocorre em  $10^{-15}$  s, enquanto a relaxação vibracional acontece na escala de tempo entre  $10^{-11}$  e  $10^{-10}$  s. Por sua vez, a conversão interna entre estados eletrônicos diferentes acontece em  $10^{-12}$  s, enquanto os tempos de vida para a fluorescência estão tipicamente entre  $10^{-10}$  e  $10^{-5}$  s.



Fonte: Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., Crouch, S.R., Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 9ª Edição americana, São Paulo: Cengage Learning, 2014.

Analise os motivos abaixo.

I	O deslocamento para maiores comprimentos de onda, conhecido como deslocamento Stokes.
II	Os processos de conversão interna e a relaxação vibracional são muito lentos quando comparados com a fluorescência.
III	A fluorescência geralmente ocorre desde o nível vibracional mais baixo do estado eletrônico excitado até vários níveis vibracionais do estado fundamental. E estas transições envolvem menos energia que a energia de excitação. Assim, a radiação emitida tem menor frequência que o comprimento de onda de excitação.
IV	As diferenças de energia entre os estados excitados vibracionais são as mesmas para ambos os estados fundamental e excitado.

A fluorescência molecular sempre ocorre a comprimentos de onda mais longos que o da radiação de excitação pelos motivos apresentados

- A) apenas em I.
- B) em I e III.
- C) em II e IV.
- D) apenas em III.

17. A aquisição do sinal analítico está relacionada ao registro da magnitude da resposta de um instrumento em função de uma variável determinada pelo domínio da medida. Um dos exemplos mais comuns em espectroscopia é o sinal fornecido por uma fotomultiplicadora ou do arranjo de diodos, que é medido no domínio da frequência. Neste caso, a posição de um pico é determinada pelo número de onda ou pelo comprimento de onda, que chamamos de variável independente. Outro exemplo comum é o sinal do detector que é medido no domínio do tempo e a variável, nesse caso, é o tempo de retenção, obtido nas análises cromatográficas. Esses sinais fornecem informações indiretas sobre o sistema químico em estudo e devem ser traduzidos em informações de natureza química, que podem ser relacionadas à identificação e quantificação de substâncias em uma amostra. Após a obtenção dos dados experimentais, eles são organizados na forma de matriz e, se necessário, devem ser pré-tratados antes da análise quimiométrica. (Fonte: FERREIRA, M.M.C. Quimiometria: conceitos, métodos e aplicações. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2015). Nesse contexto, analise as afirmações abaixo.

I	As variáveis são consideradas qualitativas quando assumem qualquer valor numérico ao longo de uma escala contínua.
II	As variáveis consideradas qualitativas são categóricas e podem assumir somente certos valores discretos definidos.
III	O pré-processamento dos dados é um procedimento muito importante apenas para técnicas vibracionais como a espectroscopia no infravermelho próximo.
IV	O objetivo dos pré-tratamentos é aumentar a variabilidade dos dados e reduzir as variações indesejáveis que não foram removidas durante a aquisição dos dados.

Entre as afirmações apresentadas,

- A) apenas II e IV estão corretas.  
 B) apenas IV está correta.  
 C) apenas II está correta.  
 D) apenas III está correta.
18. Na calibração, a concordância entre os dados instrumentais e os valores obtidos pelo método de referência é utilizada para a construção de modelos. É possível obter modelos de calibração satisfatórios quando os erros relativos médios nas concentrações medidas pelo método de referência estiverem na faixa de  $\pm 5\%$ . Se os erros relativos médios forem maiores que  $10\%$ , as chances de obter modelos de calibração confiáveis podem ser muito reduzidas. Em relação aos fatores que afetam a capacidade preditiva de um modelo de calibração, afirma-se:

I	Podem-se obter modelos aceitáveis se os erros nas determinações da propriedade de interesse são, aproximadamente, os mesmos para todas as amostras do conjunto de calibração. Neste caso, o modelo de calibração irá prever a propriedade de interesse com, aproximadamente, a mesma exatidão do método de referência.
II	A precisão e a exatidão do modelo de calibração independem dos dados de referência; deste modo, o número de análises pelo método de referência deve ser mínimo, a fim de contribuir para os princípios de “química verde”.
III	A capacidade preditiva do modelo de calibração pode ser melhorada pelo uso de médias de replicatas das medidas obtidas pelo método de referência.
IV	Modelos de calibração com baixa capacidade preditiva são obtidos nos casos em que as amostras de previsão contenham fontes de variabilidade que não foram consideradas durante a construção do modelo de calibração.

Entre as afirmações apresentadas, apenas

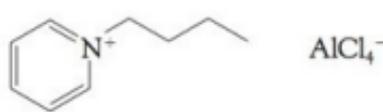
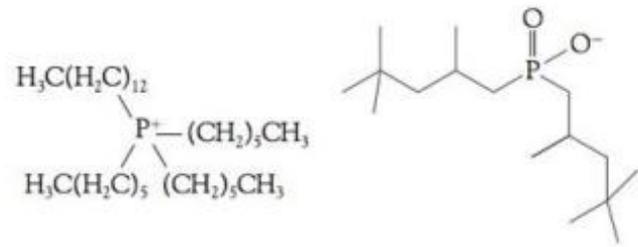
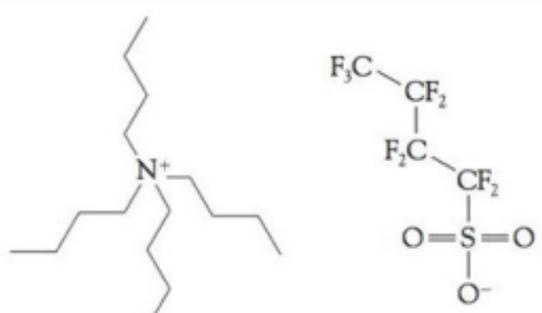
- A) II e IV estão incorretas.  
 B) II está correta.  
 C) I, III e IV estão corretas.  
 D) III e IV estão incorretas.

19. A maioria dos gases na troposfera é gradualmente oxidada por uma sequência de reações envolvendo radicais livres. A etapa mais comum na oxidação de um gás atmosférico é a reação com um radical livre hidroxila, em vez do oxigênio molecular. Com moléculas que contêm uma ligação múltipla, de forma geral, o radical hidroxila reage por adição à molécula na posição da múltipla ligação. O radical hidroxila não reage com o óxido nitroso gasoso,  $N_2O$ , mesmo esta molécula contendo ligações múltiplas. Levando em conta a falta de reatividade desta reação, é correto deduzir que sua energia será

- A) consideravelmente endotérmica.      C) moderadamente exotérmica.  
 B) moderadamente endotérmica.      D) pouco exotérmica.

20. Uma tendência da Química Verde é a substituição de solventes orgânicos tradicionais por dióxido de carbono supercrítico e líquido. Um grupo de compostos, interessantes, mas ainda desconhecidos, e que podem substituir os tradicionais solventes orgânicos, são chamados de Líquidos Iônicos (LI) a temperatura ambiente. Uma característica benéfica dos LI é a sua baixa pressão de vapor, diferentemente da maioria dos solventes orgânicos que são COVs e contribuem para a poluição atmosférica.

Nos LI, os íons possuem atração iônica fraca, uns pelos outros, o que decorre da presença de grupos não polares que previnem a interação mais próxima das regiões carregadas dos íons, e de cargas deslocalizadas e/ou dispersas, resultando em baixa densidade de carga. Analise os pares de LI abaixo.

(I)	
(II)	
(III)	
(IV)	

Fonte: Baird, C., Química Ambiental, 4. ed., Porto Alegre: Bookman, 2011.

Analise, agora, as características abaixo.

X	O cátion tem uma carga deslocalizada e dois grupos não polares.
Y	Tanto o cátion quanto o ânion apresentam grupos não polares volumosos e carga do ânion deslocada.
Z	A carga do ânion está dispersa entre os quatro átomos de cloro e o cátion tem um grupo não polar volumoso.
W	Carga do ânion está deslocalizada e o cátion tem 4 grupos não polares volumosos.

A associação correta entre os LI e as características apresentadas é

- A)** I-X, II-Y, III-Z, IV-W.
- B)** I-X, IV-Y, II-Z, III-W.
- C)** IV-X, III-Y, II-Z, I-W.
- D)** I-X, III-Y, II-Z, IV-W.

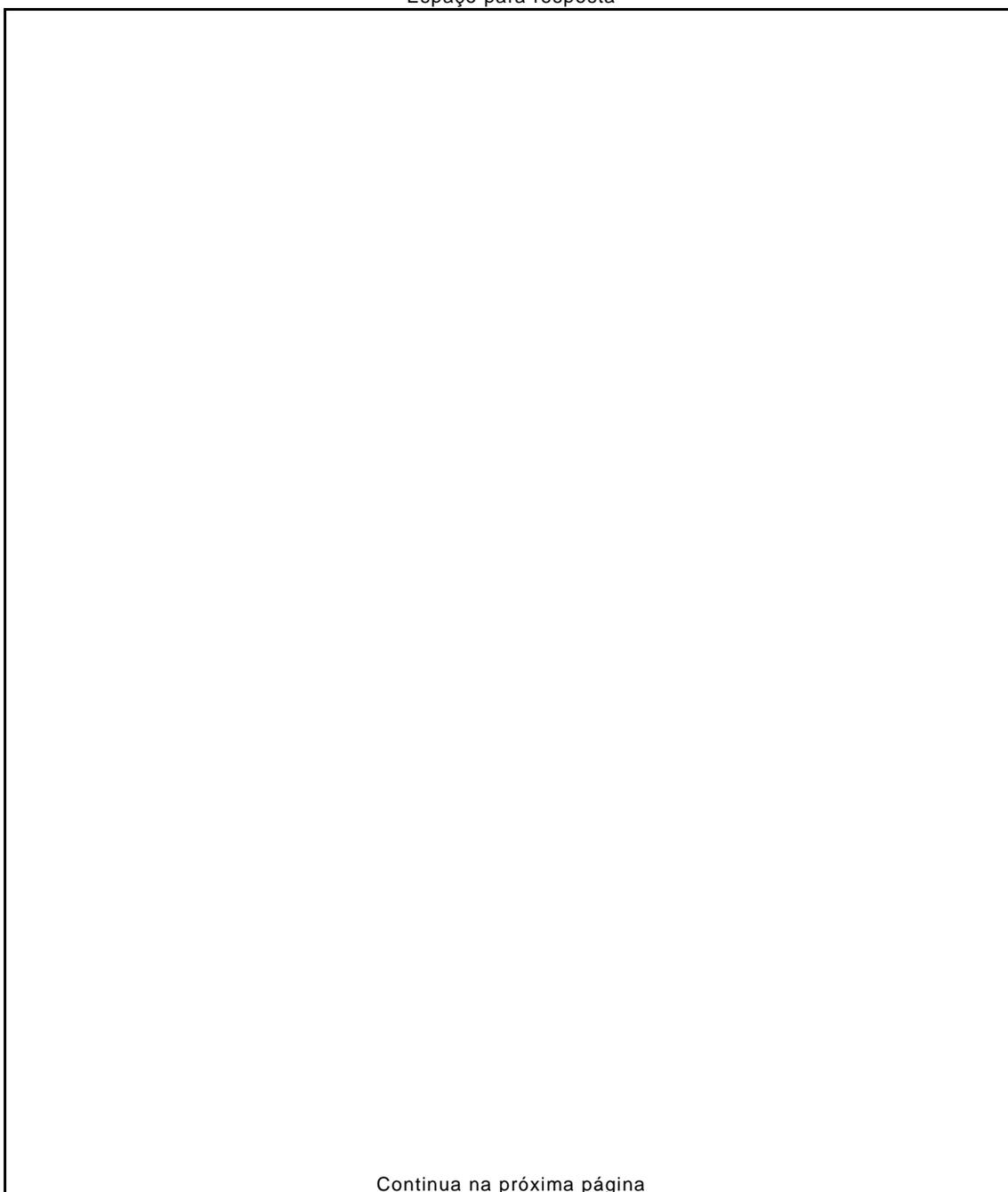
## QUESTÃO DISCURSIVA

### QUESTÃO 1. (3,4 pontos)

A espectrometria de absorção atômica (*AAS - Atomic Absorption Spectrometry*) é uma das técnicas analíticas mais utilizadas na determinação de elementos em baixas concentrações, que estão presentes em uma variedade de amostras, sejam líquidas, sólidas, em suspensão, e até mesmo gasosas, podendo estar associada a sistemas de análise em fluxo e permitir estudos de especiação (Ferreira et al, 2008).

Para a técnica mencionada, (i) descreva e compare brevemente as técnicas espectrométricas de absorção atômica em chama (FAAS) e eletrotérmica em forno (ETAAS); (ii) compare as formas de introdução de amostra e as etapas subsequentes durante o aquecimento para que o(s) elemento(s) possa(m) ser determinado(s); e (iii) Compare com a técnica espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (*ICP OES - Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*).

Espaço para resposta



Continua na próxima página



Continua na próxima página

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the user to write their answer to a question.

Fim do espaço para resposta

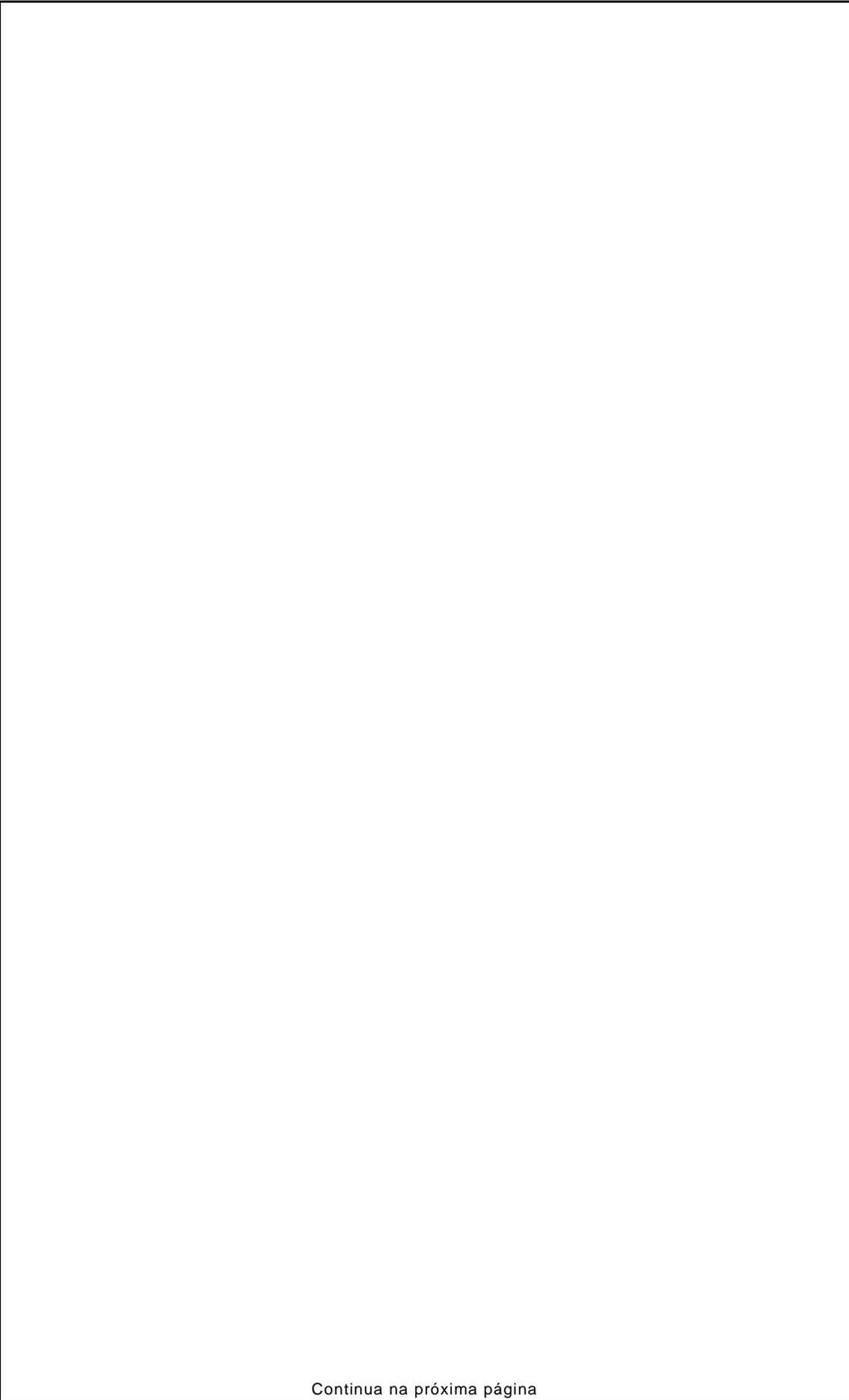
**QUESTÃO 2 (3,3 pontos)**

Faça um paralelo comparativo sobre as técnicas de calibração univariada e multivariada, enfocando as particularidades da validação de resultados analíticos para ambas as técnicas.

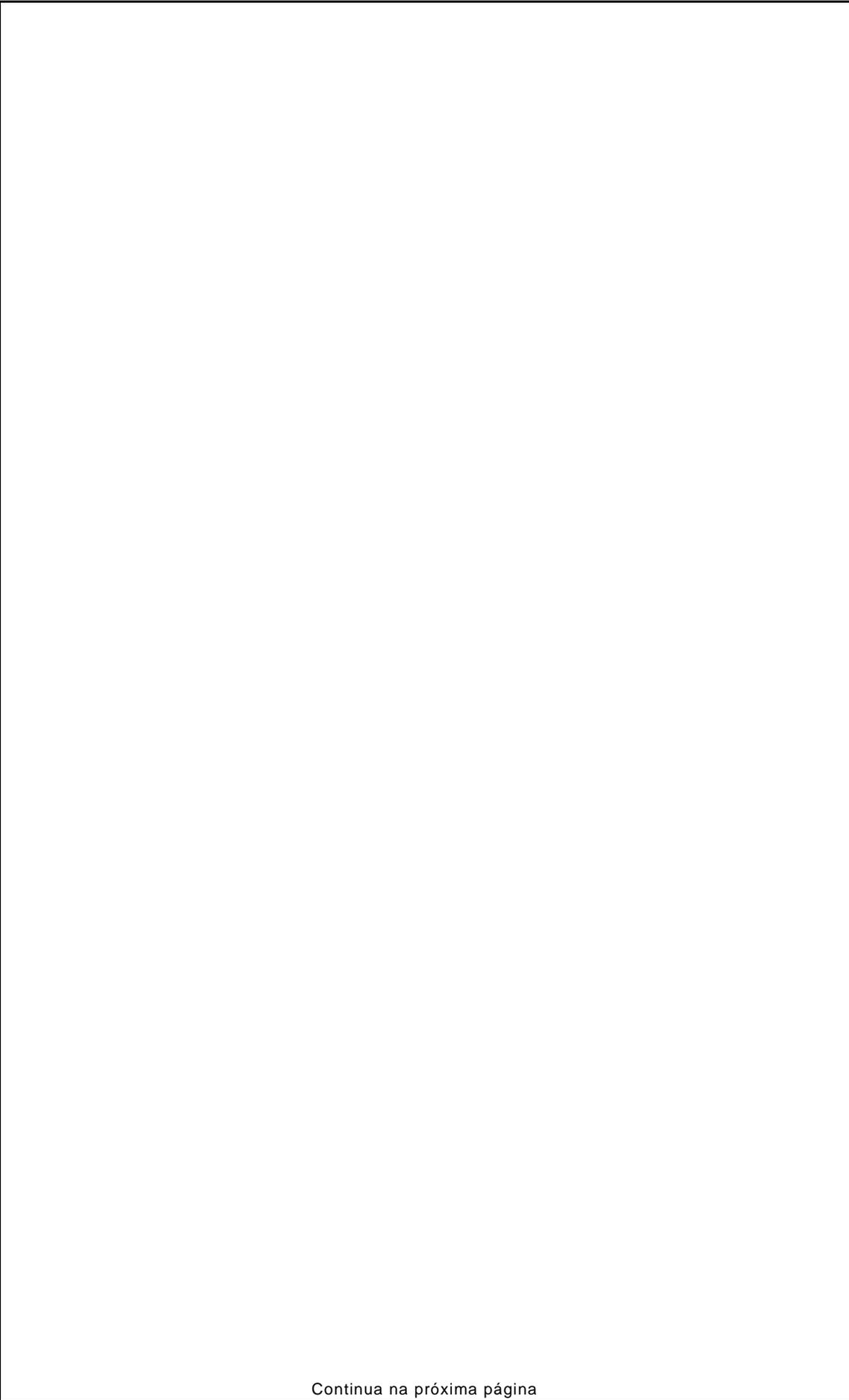
Espaço para resposta



Continua na próxima página



Continua na próxima página



Continua na próxima página

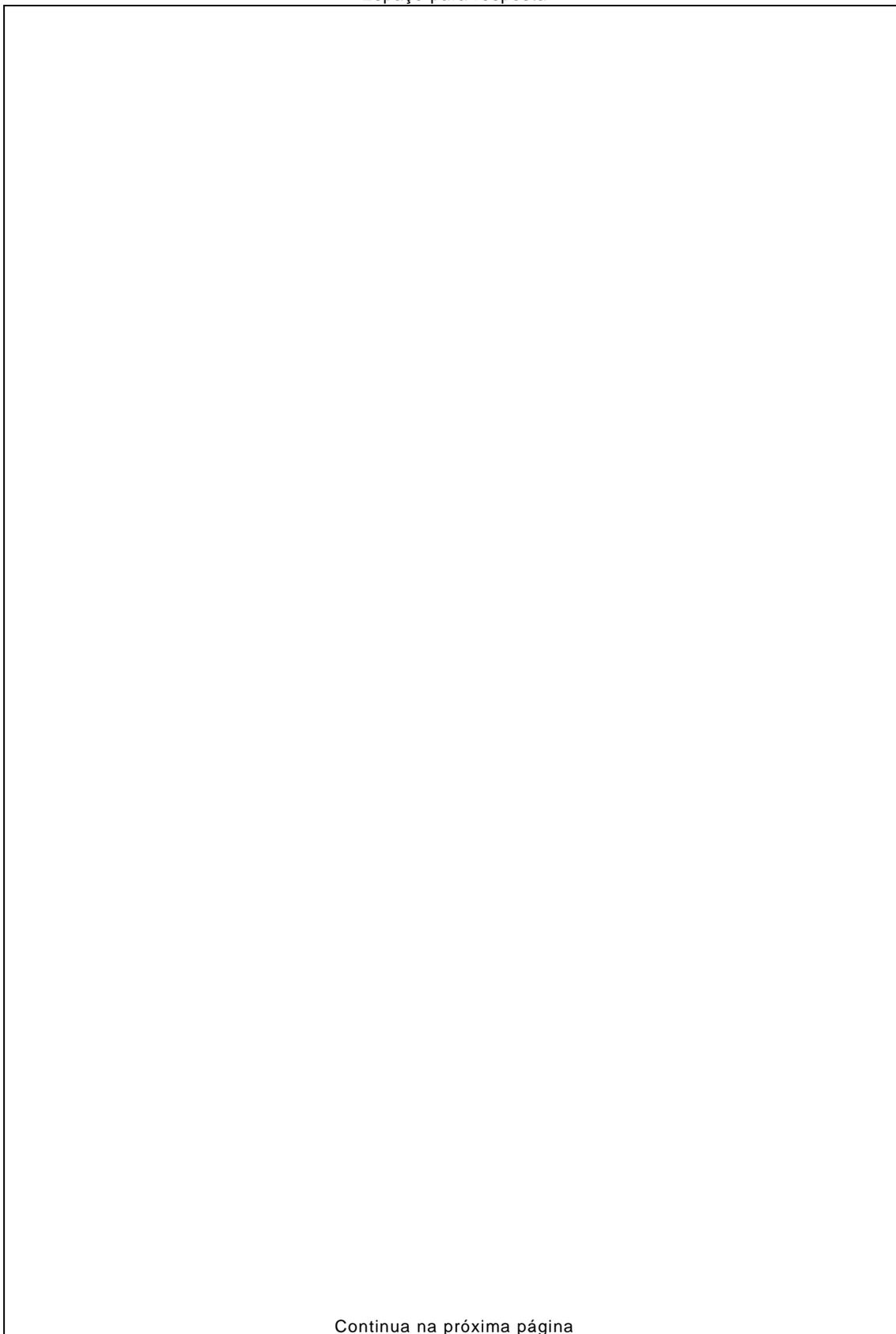
A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the upper half of the page. It is intended for the user to write their response to a question.

Fim do espaço para resposta

**QUESTÃO 3 (3,3 pontos)**

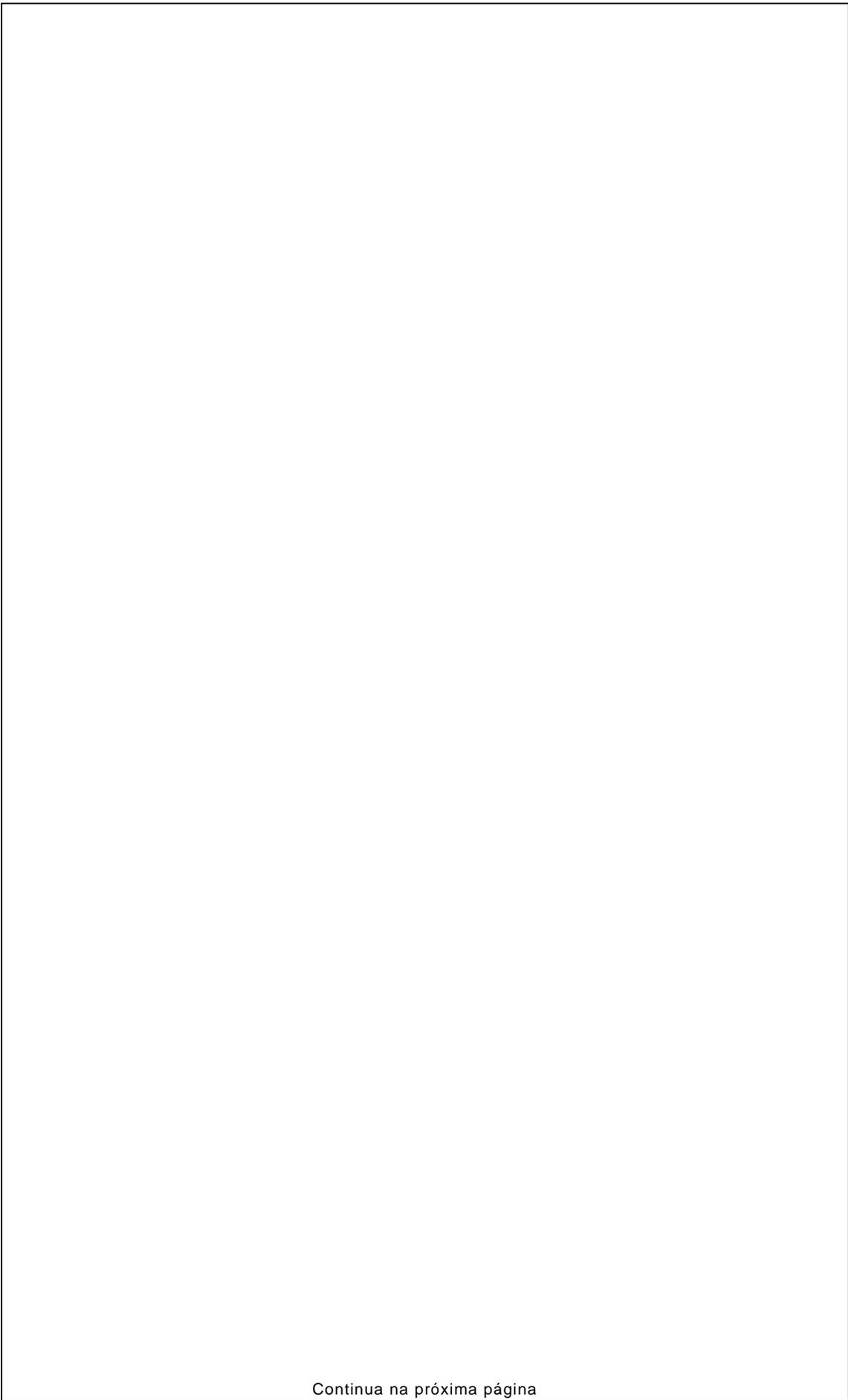
Compare as técnicas cromatográficas em fase gasosa e fase líquida acopladas a espectrometria de massas, exemplificando algumas aplicações.

Espaço para resposta



Continua na próxima página

Continua na próxima página



Continua na próxima página

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the upper and middle portions of the page. It is intended for the student to write their answer to a question.

Fim do espaço para resposta



# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1 1.008(2)* <b>H</b> HIDROGÊNIO	2 4.0026 <b>He</b> HÉLIO
3 6.94(9)* <b>Li</b> LÍTIO	4 9.0122 <b>Be</b> BERÍLIO
5 10.81(2)* <b>B</b> BORO	6 12.011(2)* <b>C</b> CARBONO
7 14.007* <b>N</b> NITROGÊNIO	8 15.999* <b>O</b> OXIGÊNIO
9 18.998 <b>F</b> FLUÓR	10 20.180 <b>Ne</b> NEÔNIO
11 22.990 <b>Na</b> SÓDIO	12 24.305(2)* <b>Mg</b> MAGNÉSIO
13 26.982 <b>Al</b> ALUMÍNIO	14 28.085* <b>Si</b> SILÍCIO
15 30.974 <b>P</b> FÓSFORO	16 32.06(2)* <b>S</b> ENXOFRE
17 35.45* <b>Cl</b> CLORO	18 39.95(16)* <b>Ar</b> ARGÔNIO

**Número atômico** — 14 — **Peso atômico padrão abreviado (IUPAC, 2021)\*†**

**Símbolo** — **Si** — **Nome** — SILÍCIO

# Valor Único, se com asterisco (Mais detalhes: [www.ciaw.org](http://www.ciaw.org))

† Inexistente, pois o elemento (e.g. Ra e Cf) carece de isotópos com uma distribuição isotópica característica em amostras terrestres naturais

Zn - sólido    Hg - líquido    Ne - gás    Cf - sintético

19 39.098 <b>K</b> POTÁSSIO	20 40.078(4) <b>Ca</b> CÁLCIO	21 44.956 <b>Sc</b> ESCÂNDIO	22 47.867 <b>Ti</b> TITÂNIO	23 50.942 <b>V</b> VANÁDIO	24 51.996 <b>Cr</b> CRÔMIO	25 54.938 <b>Mn</b> MANGANÊS	26 55.845(2) <b>Fe</b> FERRO	27 58.933 <b>Co</b> COBALTO	28 58.933 <b>Ni</b> NIQUEL	29 63.546(3) <b>Cu</b> COBRE	30 65.38(2) <b>Zn</b> ZINCO	31 69.723 <b>Ga</b> GÁLIO	32 72.630(8) <b>Ge</b> GERMÂNIO	33 74.922 <b>As</b> ARSENÍO	34 78.971(8) <b>Se</b> SELENIO	35 79.904(3) <b>Br</b> BROMO	36 83.798(2) <b>Kr</b> KRIPITÔNIO
37 85.468 <b>Rb</b> RUBÍDIO	38 87.62 <b>Sr</b> ESTRÔNCIO	39 88.906 <b>Y</b> ÍTRIO	40 91.224(2) <b>Zr</b> ZIRCONÍO	41 92.906 <b>Nb</b> NÍOBIO	42 95.95 <b>Mo</b> MOLIBDÊNIO	43 98.906 <b>Tc</b> TECNÉCIO	44 101.07(2) <b>Ru</b> RUTÊNIO	45 102.91 <b>Rh</b> RÓDIO	46 106.42 <b>Pd</b> PALÁDIO	47 107.87 <b>Ag</b> PRATA	48 112.41 <b>Cd</b> CÁDmio	49 114.82 <b>In</b> ÍNDIO	50 118.71 <b>Sn</b> ESTANHO	51 121.76 <b>Sb</b> ANTIMÔNIO	52 127.60(3) <b>Te</b> TELÚRIO	53 126.90 <b>I</b> ÍODO	54 131.29 <b>Xe</b> XENÔNIO
55 132.91 <b>Cs</b> CÉSIO	56 137.33 <b>Ba</b> BÁRIO	57-71 LANTANÍDIO	72 178.49 <b>Hf</b> HÁFNIO	73 180.95 <b>Ta</b> TÂNTALO	74 183.84 <b>W</b> TUNGSTÊNIO	75 186.21 <b>Re</b> RÊNIO	76 190.23(3) <b>Os</b> ÓSMIO	77 192.22 <b>Ir</b> IRÍDIO	78 195.08(2) <b>Pt</b> PLATINA	79 196.97 <b>Au</b> OURO	80 200.59 <b>Hg</b> MERCÚRIO	81 204.38* <b>Tl</b> TÁLIO	82 207.2(1)* <b>Pb</b> CHUMBO	83 208.98 <b>Bi</b> BISMUTO	84 208.98 <b>Po</b> PÓLONIO	85 <b>At</b> ASTÁLIO	86 <b>Rn</b> RÁDIONIO
87 <b>Fr</b> FRÂNCIO	88 <b>Ra</b> RÁDIO	89-103 ACTINÍDIO	104 <b>Rf</b> RUTHERFÓRDIO	105 <b>Db</b> DUBNIO	106 <b>Sg</b> SEABÓRGIO	107 <b>Bh</b> BOHRIO	108 <b>Hs</b> HÁSSIO	109 <b>Mt</b> METELNÍO	110 <b>Ds</b> DARMSHTADTIO	111 <b>Rg</b> ROENTGÊNIO	112 <b>Cn</b> COOPERÍNIO	113 <b>Nh</b> NIHÔNIO	114 <b>Fl</b> FLERÓVIO	115 <b>Mg</b> MOSCÓVIO	116 <b>Lv</b> LIVERMÓRHO	117 <b>Ts</b> TENNESSO	118 <b>Og</b> OGANESSÔNIO

Atenção: para saber como obter uma tabela periódica com muitas outras informações adicionais, acesse [www.sdq.org.br/divulgacao](http://www.sdq.org.br/divulgacao)

DESDE 2019



Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos



57 138.91 <b>La</b> LANTÂNIO	58 140.12 <b>Ce</b> CÉRIO	59 140.91 <b>Pr</b> PRASEODÍMIO	60 144.24 <b>Nd</b> NEODÍMIO	61 150.36(2) <b>Pm</b> PROMÉCIO	62 151.96 <b>Sm</b> SAMÁRIO	63 157.25(3) <b>Eu</b> EUROPÍDIO	64 158.93 <b>Gd</b> GADOLÍNIO	65 162.50 <b>Tb</b> TÉRBIO	66 164.93 <b>Dy</b> DISPRÓSIO	67 167.26 <b>Ho</b> HÓLMIO	68 168.93 <b>Er</b> ÉRBITO	69 173.05(2) <b>Tm</b> TÚLIO	70 174.97 <b>Yb</b> ÍTERBIO	71 175.94 <b>Lu</b> LUTÉCIO
89 <b>Ac</b> ACTÍNIO	90 232.04 <b>Th</b> TÓRIO	91 231.04 <b>Pa</b> PROTACTÍNIO	92 238.03 <b>U</b> URÂNIO	93 <b>Np</b> NEPTÚNIO	94 <b>Pu</b> PLUTÔNIO	95 <b>Am</b> AMÉRICIO	96 <b>Cm</b> CÚRIO	97 <b>Bk</b> BERKÉLIO	98 <b>Cf</b> CALIFÓRNIO	99 <b>Es</b> EINSTEÍNIO	100 <b>Fm</b> FERMÍO	101 <b>Md</b> MENDELÉVIO	102 <b>No</b> NOBÉLIO	103 <b>Lr</b> LAURÊNCIO