

- Texto base para as questões 01 a 05

**RESUMO**

A automação na mineração é um tema de crescente importância devido à busca contínua por eficiência, segurança e redução de custos no setor mineral. A incorporação de tecnologias avançadas, como veículos autônomos, sistemas de monitoramento remoto e inteligência artificial, tem transformado a indústria, possibilitando operações mais seguras e produtivas. A justificativa para o estudo da automação na mineração reside no fato de que as operações manuais tradicionais apresentam limitações quanto à segurança e à eficiência. Além disso, o aumento da complexidade dos processos e a pressão para minimizar o impacto ambiental reforçam a necessidade de inovações tecnológicas. O problema central abordado neste estudo é a dificuldade das mineradoras em integrar novas tecnologias de automação de forma eficaz, levando em consideração os altos custos iniciais, a resistência à mudança e a falta de mão de obra qualificada para operar essas novas tecnologias. O objetivo principal é identificar as estratégias mais eficazes para a implementação de automação na mineração que maximizem a eficiência operacional sem comprometer a segurança dos trabalhadores e a sustentabilidade ambiental. A metodologia adotada para este estudo é o estudo de caso, que possibilita uma análise aprofundada de empresas mineradoras que já implementaram sistemas de automação. Serão analisados casos específicos para entender como essas empresas superaram os desafios iniciais, otimizaram suas operações e quais resultados obtiveram em termos de produtividade, redução de custos e segurança. Espera-se que o estudo forneça uma compreensão clara das melhores práticas na adoção de tecnologias de automação na mineração. A análise permitirá identificar os fatores críticos de sucesso, além de sugerir um plano estratégico para outras empresas do setor que buscam aumentar sua eficiência operacional. Ao final, o estudo contribuirá para o desenvolvimento de diretrizes que promovam a adoção de tecnologias inovadoras de maneira eficiente e sustentável no setor de mineração.

**Palavras-chave:** Mineração. Estratégia. Empresas.

[...]

LIMA, A. M.; INACIO, A.; VIANA, E.; FORMIGONI, P. O. **Automação na Mineração:** estratégias para maximizar a eficiência operacional. In: Revista FT, Engenharias, Volume 29 – Edição 145/ABR 2025/ 10/04/2025. Disponível em: <https://revistaft.com.br/automacao-na-mineracao-estrategias-para-maximizar-a-eficiencia-operacional/>.

Acesso em: 03 de setembro de 2025.

**01** Conforme as informações contidas no resumo de artigo científico apresentado acima, é correto afirmar que

- (A) a incorporação de veículos autônomos no setor mineral não é algo novo, pois tal prática já vem ocorrendo desde o século passado.
- (B) o principal problema abordado no estudo em questão diz respeito aos impactos ambientais decorridos das operações manuais tradicionais no setor mineral.
- (C) o objetivo geral do estudo é traçar um histórico acerca dos processos de automação na mineração e sua evolução ao longo dos anos.
- (D) os autores utilizam como uma das justificativas para o estudo da automação na mineração o fato de haver limitações nas operações manuais tradicionais, no que se refere à segurança e à eficiência.

**02** Sobre a mudança na ordem das palavras nas construções sublinhadas em “[...] levando em consideração os altos custos iniciais, a resistência à mudança e a falta de mão de obra qualificada [...]”, de modo que não haja mudança de sentido no texto, é correto afirmar que

- (A) a inversão “custos altos” não é adequada, pois haveria mudança de sentido no texto.
- (B) a inversão “mão de qualificada obra” é adequada, pois o adjetivo “mão” continua concordando com o substantivo “qualificada”.
- (C) a inversão “custos altos” é adequada, pois não ocasiona mudança de sentido no texto.
- (D) a mudança de ordem entre os elementos das duas construções sublinhadas, como em “custos altos” e “qualificada mão de obra”, é adequada, mas ocasionaria mudança de sentido no texto.

**03** Em “A justificativa para o estudo da automação na mineração reside no fato de que as operações manuais tradicionais apresentam limitações [...]”, a opção que mais apropriadamente substitui o termo sublinhado, sem que haja alteração de sentido, é

- (A) consiste.
- (B) prescinde.
- (C) subverte.
- (D) reitera.

**04** O termo sublinhado em “A automação na mineração é um tema de crescente importância [...]”, estabelece uma relação semântica de homonímia com o vocábulo destacado em:

- (A) A festa de aniversário dela foi temática.
- (B) Tudo vai se resolver. Não tema, pois o pior já passou.
- (C) Eles teimam em permanecer do mesmo jeito.
- (D) Aquele artigo aborda um tema relevante para nossa pesquisa.

**05** No trecho “[...] Serão analisados casos específicos para entender como essas empresas superaram os desafios iniciais[...]” o vocábulo sublinhado introduz um(a)

- (A) inclusão.
- (B) contradição.
- (C) repetição.
- (D) finalidade.

## CONHECIMENTOS BÁSICOS DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA

CONSIDERE A TABELA ABAIXO PARA AS PRÓXIMAS DUAS QUESTÕES.

Tabela 1: Quantidade de publicações dos egressos de um programa de mestrado.

Publicações	Egressos ( $f_i$ )	Frequência Relativa ( $f_r$ )	%	$f_{ac}$	$x_i$	$f \cdot x_i$
2  — 4	6	0,3	30	6	3	18
4  — 6	8	0,4	40	14	5	40
6  — 8	4	0,2	20	18	7	28
8  — 10	2	0,1	10	20	9	18
Totais	20	1	100	-	-	104

Fonte: Fictícia

**06** Pode-se afirmar que a tabela apresenta dados de

- (A) variáveis qualitativas ordinais.
- (B) variáveis qualitativas nominais.
- (C) variáveis quantitativas discretas.
- (D) variáveis quantitativas contínuas.

**07** A média aritmética dos egressos, com os dados apresentados na tabela, é igual a

- (A) 4,2.
- (B) 5,2.
- (C) 6,2.
- (D) 7,2.

08 Considere o gráfico abaixo:



Pode-se afirmar que, no período considerado, a produção mineral brasileira em

- (A) 2022 foi inferior à média das produções.
- (B) 2020 foi inferior à média das produções.
- (C) 2018 foi igual à média das produções.
- (D) 2017 foi igual à metade da média das produções.

09 Considere a tabela abaixo:

Tabela 2: Quantidade e tempo de presença de grandes mineradoras em quatro localidades

Estado	Quantidade de mineradoras	Idade da presença (anos)
A	5	20
B	4	50
C	8	80
D	3	40

Fonte: Fictícia

A média aritmética das idades das presenças das mineradoras, ponderada pelas respectivas quantidades, é igual a

- (A) 53 anos.
- (B) 55 anos.
- (C) 57 anos.
- (D) 59 anos.

10 Suponha que, em determinada região, a probabilidade de que uma amostra de solo contenha argila é de 60%. Ao selecionar aleatoriamente 5 amostras de solo dessa região, a probabilidade de que nenhuma delas possua argila é de

- (A) 0,07776.
- (B) 0,04015.
- (C) 0,01024.
- (D) 0,00012.

**BASED ON THE FOLLOWING TEXT, ANSWER QUESTIONS 11 TO 15.**

**The Rise of Autonomous Mining Trucks and Robots**



In recent years, the mining industry has undergone a significant shift with the emergence of autonomous mining trucks and robots, replacing traditional manual methods with highly automated processes. The autonomous mining truck market is projected to reach \$6.8 billion by 2030, reshaping resource extraction and processing. This technological advancement improves operational efficiency, prioritizes safety, and reduces environmental impact.

Automated mining integrates advanced technologies and Industry 4.0 principles, enabling companies to execute tasks without direct human intervention. McKinsey & Company estimate that up to 30% of manual mining tasks will be fully automated by 2030. As a result, mining companies now employ advanced technologies like intelligence (AI), machine learning, and Internet of Things (IoT) sensors to optimize every stage of mining, resulting in increased productivity of up to 20%.

A key part of automated mining is smart mine technology, which integrates artificial AI, IoT, automation, and data analytics into existing mining operations. As automation advances, various forms of smart mine technology are helping organizations to streamline their operations, with a focus on enhancing safety and productivity.

Autonomous hauling systems (AHS) use advanced technologies to automate the transportation of materials within mining sites. These systems typically consist of haul trucks equipped with cutting-edge features such as GPS, radar, and lidar for navigation and obstacle detection. This integration allows them to autonomously move materials such as ore or material waste that has accumulated during excavation operations.

By harnessing this advanced technology, these systems operate continuously, optimizing routes, minimizing downtime, and significantly increasing output. Plus, they enhance safety by mitigating the risks of accidents and human errors associated with traditional manual hauling methods.

For instance, Rio Tinto Group, an Australian-based mining company, has become the first mining company in the world to transport all of its ore via autonomous vehicles. Through the remote deployment and control of a fleet of autonomous trucks, they have successfully and safely hauled 200 million metric tons of iron ore over six years.

Automated hauling systems represent a comprehensive approach to automating material transport within mining operations, incorporating various technologies beyond just trucks. However, automated mining trucks specifically refer to self-driving vehicles dedicated to hauling materials.

Examples include the Cat mining truck and Komatsu autonomous mining truck, equipped with advanced sensors, GPS, and onboard computers to navigate terrain, avoid obstacles, and efficiently execute tasks like material transport. These trucks follow predetermined routes and are programmed to safely transport materials to and from mining sites.

By eliminating the need for human drivers, these vehicles enhance safety by reducing human exposure to frequently dangerous areas. Moreover, they drive cost savings by reducing labor and fuel costs compared to traditional trucks, while also minimizing maintenance requirements.

(Excerpt from: <https://www.automate.org/robotics/editorials/the-rise-of-autonomous-mining-trucks-and-robots>)

- 11** The implementation of autonomous technology in the mining industry is driven by a focus on  
(A) replacing all human workers with robots, eliminating human supervision or interaction.  
(B) minimizing the workforce, increasing labor costs, and reducing maintenance requirements.  
(C) achieving financial gains by increasing fuel consumption and relying on traditional manual methods.  
(D) a set of advances that includes boosting operational efficiency, prioritizing safety, and reducing environmental harm.
- 12** The modal verb "will" in the phrase "manual mining tasks will be fully automated by 2030" is used to express  
(A) a mandatory action required by industry regulations.  
(B) the potential for a company to accomplish a specific task.  
(C) a future event that is expected to happen, based on an estimate.  
(D) an ongoing process that began in the past and is still happening now.
- 13** The term "as a result" in the phrase "As a result, mining companies now employ advanced technologies..." serves to establish a relationship where the employment of advanced technologies is a  
(A) preceding condition that leads to the estimation by McKinsey & Company.  
(B) direct outcome of the McKinsey & Company's estimate about automation.  
(C) an example of how automated systems are used in mining.  
(D) point of contrast against traditional mining methods.
- 14** The primary function of the Rio Tinto Group example in the text is to demonstrate  
(A) a real-world case of automation's ability to safely and consistently deliver results over a long period.  
(B) that autonomous mining trucks are designed to be operated manually by human drivers.  
(C) the innovative use of specific branded vehicles in large-scale autonomous operations.  
(D) the primary role of humans in operating the new autonomous systems on-site.
- 15** The two main cost-saving benefits of using automated mining trucks, in addition to enhanced safety, are  
(A) less downtime and lower maintenance requirements.  
(B) lower environmental impact and increased output.  
(C) increased productivity and optimized routes.  
(D) reduction in labor and fuel costs.

**BASED ON THE FOLLOWING TEXT, ANSWER QUESTIONS 16 TO 20.**

How AI is speeding the mining of valuable metals needed to power the clean economy

Diana Olick



changing the game.

As the clean energy economy expands, finding the minerals and metals that power it becomes increasingly critical. The answer might lie with artificial intelligence.

Electric cars, solar panels and hydrogen fuel cells all have one thing in common: the need for precious metals.

Historically, that's required going through the arduous process of finding the metals and then getting them out of the ground. But new technologies from a slew of companies might be

Kobold Metals, VerAI and a startup called Earth AI are in a race to get the metals to market as soon as possible. Earth AI combines AI-powered mineral discovery software with proprietary drilling technology. Its data goes back 50 years.

"We train our AI to learn from failures and successes of decades of hundreds of geologists that explored in the past to make much better predictions for where to look for metals in the future," said Roman Teslyuk, CEO of Earth AI.

When the system finds what it thinks are metal deposits, Earth AI can drill down to verify it in just a tennis ball-sized hole. Teslyuk said that using this mining process takes half the cost and a fraction of the amount of time that was previously required. Individual annual mine revenues can range from \$50 million to \$3 billion, according to Mining Data Online.

"We drill down to 2,000 feet and grab a sample of rock that has never seen light, and the metals in that rock, they can build hundreds of millions of electric cars," Teslyuk said. "They can turn our grid renewable. This rock can get us off hydrocarbons."

Earth AI doesn't explore around existing mines, but finds new areas and then sells that information to mining companies.

"The market for these minerals is massive," said Jamie Lee, managing partner at Tamarack Global, an investor in Earth AI. "The way that they have approached this really caught our attention because there is a significant moat in their business model and the way that they've trained their large language model."

Other investors include Y Combinator, Cantos Ventures, Scrum Ventures, Alpaca, Sparkwave Capital and Overmatch. The company has raised a total of \$38 million.

Earth AI explores on its own, as well as with partners to find deposits faster. The company recently discovered one of the largest verified deposits of palladium in Australia using AI as part of a joint venture with Legacy Minerals.

(Excerpt from: <https://www.cnbc.com/2025/02/24/earth-ai-reducing-mining-time-for-metals-to-power-the-clean-economy-.html>)

**16** The phrase "The answer might lie with artificial intelligence" suggests that AI

- (A) will definitely answer the presented problem.
- (B) has the possibility of being the solution.
- (C) must be the only answer considered.
- (D) is competing with other technologies.

**17** According to the CEO of Earth AI, the company's AI system learns to make better predictions for where to find metals by studying

- (A) satellite imagery and topographical maps of potential deposits.
- (B) real-time data taken from competitor drilling operations.
- (C) current market trends and the price of various metals.
- (D) trial and error of ages of past geological exploration.

**18** When drilling to verify a potential metal deposit, Earth AI's process is noted for its efficiency, achieved by

- (A) significantly decreasing cost, while time remains about the same.
- (B) reducing both the cost and time by approximately two-thirds.
- (C) partially cutting the cost and taking less time than needed.
- (D) reducing the cost by a third and the time by a fraction.

**19** the phrase "The metals in that rock, they can build hundreds of millions of electric cars" uses the modal verb "can" to express an idea of

- (A) capability or potential.
- (B) obligation.
- (C) permission.
- (D) necessity.



- 20 Earth AI's core business strategy, as described in the text, involves
- (A) acquiring and operating existing, traditional mining operations.
  - (B) drilling for and extracting minerals on its own to build electric cars and other products.
  - (C) partnering with universities to develop new, more cost-effective drilling techniques.
  - (D) using AI to find new mineral deposits and then selling that information to mining companies.

### CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

21 O gráfico da função  $y = \frac{x^3}{3} + 2x^2 - 12x$  possui

- (A) um máximo no ponto  $(-6, 72)$ .
- (B) um máximo no ponto  $(2, -40/3)$ .
- (C) uma inflexão no ponto  $(0,0)$ .
- (D) uma inflexão no ponto  $(1, 88/3)$ .

22 A **derivada primeira** da função  $y = x \cos^2(x)$  equivale à função

- (A)  $y = \sin^2(x) - 2x \cos(2x)$ .
- (B)  $y = \sin(2x) - x \cos(x)$ .
- (C)  $y = \cos(x) - x \sin^2(x) + \cos^2(x)$ .
- (D)  $y = 1 - \sin^2(x) - x \sin(2x)$ .

23 Considerando K uma constante arbitrária, a **integral indefinida** da função  $y = 6x \sqrt{x^2 - 1}$  equivale à função

- (A)  $y = 3 \sqrt{(2x)^3} + K$ .
- (B)  $y = 5 \sqrt{(x^2 - 1)^5} + K$ .
- (C)  $y = 2 \sqrt{(x^2 - 1)^3} + K$ .
- (D)  $y = \sqrt{2x - 1} + K$ .

24 A **integral definida**  $\int_0^\pi (\cos(x) - \sin(x))dx$  é igual a

- (A) 2.
- (B) -2.
- (C) 1.
- (D) -1.

25 Considerando K uma constante arbitrária, a **integral indefinida** da função  $y = (2x-1) \sin(x)$  equivale à função

- (A)  $y = (2x-1) \sin(x) + \cos(x) + K$ .
- (B)  $y = (2x+1) \cos(x) - \sin(x) + K$ .
- (C)  $y = 2x \sin(x) + 2 \cos(x) + K$ .
- (D)  $y = -(2x-1) \cos(x) + 2 \sin(x) + K$ .

26 A equação diferencial  $\frac{dy}{dx} + \pi^2 y = 0$  apresenta as seguintes características

- (A) equação de 1ª ordem, não linear e homogênea.
- (B) equação de 2ª ordem, linear e homogênea.
- (C) equação de 1ª ordem, linear e homogênea.
- (D) equação de 1ª ordem, não linear e não-homogênea.

**27** Considerando  $C$  uma constante arbitrária, a solução geral da equação diferencial  $\frac{dy}{dx} = \frac{5}{3}y$  é dada por

(A)  $y = \frac{5}{3} + Ce^{\frac{5}{3}x}$

(B)  $y = Ce^{\frac{5}{3}x}$

(C)  $y = e^{\frac{5}{3}x} + C$

(D)  $y = \frac{5}{3}e^{\frac{5}{3}x} + C$

**28** Considerando a EDO de 1ª ordem  $\frac{dy}{dx} - (\sin x)y = \sin x$  e considerando  $C$  uma constante arbitrária, podemos dizer que a solução geral é

(A)  $y = -1 + Ce^{-\cos x}$

(B)  $y = -e^{\cos^2 x} + Ce^{-\cos x}$

(C)  $y = -1 + Ce^{\cos x}$

(D)  $y = (-1 + C)e^{-\cos x}$

**29** Um estudante coloca uma garrafa de refrigerante gelado em seu quarto. A temperatura do refrigerante é  $T_r(^{\circ}C)$ . O telefone toca, o estudante sai do quarto, esquece a garrafa de refrigerante e esta se aquece até atingir gradualmente a temperatura ambiente  $T_a(^{\circ}C)$ . A solução da equação diferencial que descreve o aquecimento do refrigerante, no instante  $t \geq 0$ , é dada por

(A)  $T(t) = T_a + k(T_r - T_a)t$

(B)  $T(t) = T_a - (T_r - T_a)e^{kt}$

(C)  $T(t) = T_a + T_re^{-kt}$

(D)  $T(t) = T_a + (T_r - T_a)e^{-kt}$

**30** Uma empresa de painéis solares visitou uma vila de moradores e identificou 500 interessados em contratar sistema de painéis solares. Dentre eles, 100 adotaram o sistema imediatamente. A taxa de adoção dos demais, segue o modelo simplificado

$$\frac{dN}{dt} = c(M - N),$$

Onde  $N$  representa o número de moradores que adotaram o sistema no instante  $t \geq 0$ ,  $M$  é o total de moradores interessados no sistema e  $c = 0,2$  é a taxa de adoção por semana. Após 5 semanas da presença da empresa na vila, o número aproximado de usuários dos painéis solares é de (Utilizar  $e = 2,7$  na resolução)

(A) 180

(B) 235

(C) 352

(D) 486

**31** A transformada de Laplace da derivada de ordem 1 de uma função  $f(t)$  é

(A)  $\mathcal{L}[f'(t)] = s \cdot \mathcal{L}[f(t)] + f(0)$

(B)  $\mathcal{L}[f'(t)] = \mathcal{L}[f(t)] - s \cdot f(0)$

(C)  $\mathcal{L}[f'(t)] = s^2 \cdot \mathcal{L}[f(t)] - s \cdot f(0)$

(D)  $\mathcal{L}[f'(t)] = s \cdot \mathcal{L}[f(t)] - f(0)$

**32** Dada a função  $f(t) = 2e^{2t} - 4 \sinh 2t$ , o valor da transformada de Laplace é dado por

(A)  $\mathcal{L}[f(t)] = \frac{2}{s+2}$

(B)  $\mathcal{L}[f(t)] = \frac{4}{s-2}$

(C)  $\mathcal{L}[f(t)] = \frac{2}{s-2}$

(D)  $\mathcal{L}[f(t)] = \frac{4}{s+2}$



**33** Um carro 1.0 popular encontra-se parado em uma oficina mecânica para serviços de manutenção preventiva. O mecânico, ao ligá-lo, observa que o pistão do carro foi acionado após 0,75 segundos de ele dar a partida no carro. Sabe-se que a posição  $p(t)$  do pistão é determinada pela equação diferencial

$$p'(t) + 2p(t) = 4u(t - 0,75), \quad p(0) = 0.$$

Onde  $t \geq 0$  é o tempo (em segundos),  $p(t)$  é a posição do pistão no instante  $t$  e  $u(t - 0,75)$  é a função degrau descolada, dada por  $u(t - 0,75) = 0$ , se  $t < 0$  e  $u(t - 0,75) = 1$ , se  $t \geq 0,75$ , a posição  $p(t)$  é dada pela expressão

- (A)  $4u(t - 0,75) + (1 - e^{-2(t-0,75)})$
- (B)  $4u(t - 0,75)(1 - e^{-2(t-0,75)})$
- (C)  $2u(t - 0,75)(1 - e^{-2(t-0,75)})$
- (D)  $2u(t - 0,75)e^{-2(t-0,75)}$

**34** Um sinal  $x(t)$  é enviado por meio de comunicação com eco, sabendo que, no receptor, o sinal  $y(t)$  é dado por

$$y(t) = x(t - \tau) + \frac{x(t - 3\tau)}{\lambda}.$$

Onde  $\tau$  representa o atraso do eco primário (em segundos),  $\lambda$  é um fator de atenuação do eco secundário e  $t$  é o tempo a partir do instante do envio do sinal, a função de transferência do meio é

- (A)  $e^{-\tau s} - \frac{\lambda e^{-3\tau s}}{\tau}$
- (B)  $e^{-\tau s} + \frac{e^{-3\tau s}}{\lambda}$
- (C)  $e^{-\tau s} - \frac{e^{-3\tau s}}{\lambda}$
- (D)  $\lambda e^{-\tau s} + \frac{e^{-3\tau s}}{\tau}$

**35** Em estudos realizados na mina Turing, em Minas Gerais, um grupo de engenheiros modelou o atraso na transmissão de sinais e sensores por meio da função de transferência

$$H(s) = \frac{2}{s + 1} + 0,5e^{-2s}.$$

Considerando que o sinal de entrada é o degrau unitário  $u(t)$ , onde  $t$  representa o tempo, em segundos, podemos dizer que a saída  $y(t)$  do sistema corresponde a

- (A)  $2(1 - e^{-t}) - 0,5e^{u(t-2)}$
- (B)  $2(1 - e^{-t}) + 0,5u(t - 2)$
- (C)  $2e^{-t} + 0,5u(t - 2)$
- (D)  $2(1 - e^{-t}) - 0,5u(t - 2)$

**36** Sobre o ordenador de vetores *QUICKSORT* em sua versão padrão é correto afirmar que ele

- (A) compara os elementos vizinhos para ordenar o vetor.
- (B) usa várias cópias do vetor original para ordenação.
- (C) utiliza o processo de “divisão e conquista” para ordenação.
- (D) usa um conjunto de baldes onde coloca os elementos a serem ordenados.

**37** Considere dois ordenadores cujos tempos de ordenação  $T$  são mostrados a seguir em função do número de elementos  $n$  na lista. Considere  $n$  um inteiro grande (p.ex:  $10^4$ ),  $T_A = 5n \ln(n)$  para o ordenador  $A$  e  $T_B = 3n^2$  para o ordenador  $B$ . É correto afirmar que o/a

- (A) tempo  $T_B$  será aproximadamente  $3/5$  do tempo  $T_A$ .
- (B) razão  $T_A/T_B$  será proporcional a  $n$ .
- (C) razão  $T_A/T_B$  será aproximadamente  $5n/3$ .
- (D) tempo  $T_A$  será muito menor que  $T_B$ .

**38** Em um ordenador, o tempo do processo de inserção de elementos é proporcional à solução da equação de diferenças:

$$T(n+2) = T(n+1) + T(n), \quad T(1) = T(2) = 1$$

A razão entre duas etapas de inserção é dada por  $r = T(n+1)/T(n)$ , que tende a uma constante quando  $n$  cresce. Esta constante é dada por

- (A)  $(\sqrt{5} - 1)/2$
- (B)  $(1 + \sqrt{5})/2$
- (C) 1
- (D)  $1/\sqrt{5}$

**39** As complexidades temporais dos ordenadores são geralmente calculadas em três situações importantes: no melhor caso, no caso médio e no pior caso. A complexidade temporal é comumente dada pela notação  $O$  ( $O$  grande). Nos ordenadores QUICKSORT ( $QS$ ) e BUBBLE SORT ( $BS$ ), em suas versões clássicas,

- (A)  $QS: O(n \ln n)$ ,  $BS: O(n)$  no melhor caso.
- (B)  $QS: O(n^2)$ ,  $BS: O(n^3)$  no pior caso.
- (C)  $QS: O(n^2)$ ,  $BS: O(n)$  no caso médio.
- (D)  $QS: O(n^2)$ ,  $BS: O(n)$  no melhor caso.

**40** Considere o programa em linguagem Python a seguir, usando vetores como listas:

```
Va=[6,-8,2,0,3,-7,0]
n = len(Va)
Vb=n*[0]
Vc = list()
for i in range(n):
    if Va[i] > 0:
        Vb[i] = Va[i]
        Vc.append(Va[i])
Vc.pop()
print(Vb)
print(Vc)
```

As listas  $Vb$  e  $Vc$  da saída deste programa serão

- (A)  $[6, 0, 2, 0, 3, 0, 0]$  e  $[6, 2]$
- (B)  $[6, 0, 2, 0, 3, 0]$  e  $[3, 2, 6]$
- (C)  $[0, 3, 0, 2, 0, 6]$  e  $[2, 6, 3]$
- (D)  $[6, 0, 2, 0, 3, 0, 0]$  e  $[2, 6]$