revista docência do ensino superior

VOLUME 16
2026
ISSN: 2237-5864
Atribuição CC BY 4.0 Internacional
Acesso Livre

DOI: https://doi.org/10.35699/2237-5864.2026.58434

SEÇÃO: IA NOS PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Inteligência artificial como recurso de apoio pedagógico no ensino de Engenharia de Minas

Inteligencia artificial como recurso de apoyo pedagógico en la enseñanza de Ingeniería de Minas

Artificial intelligence as a pedagogical support resource in Mining Engineering education

Paulo Henrique Santana França,[1] Herbert Souza e Silva,[2]
Gerson Ferreira da Silva,[3] Jônatas Franco Campos da Mata[4]

RESUMO

A inteligência artificial tem se mostrado uma ferramenta promissora no ensino de Engenharia de Minas, auxiliando na mediação de conteúdos complexos e na diversificação de estratégias didáticas. Este estudo analisou a aplicação de duas ferramentas de inteligência artificial generativa (ChatGPT-4 e DeepSeek-V3) no curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, campus Janaúba, em Minas Gerais, comparando o desempenho de ambas e discutindo possíveis contribuições para o processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa, de natureza experimental e qualiquantitativa, contou com a avaliação de respostas geradas pelo ChatGPT-4 e pelo DeepSeek-V3, separadas em dois níveis distintos de complexidade. Os resultados indicaram um melhor desempenho geral do DeepSeek-V3, sendo a fundamentação teórica o seu ponto mais forte apontado pelos

[1] Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, MG, Brasil.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-7080-9492. E-mail: paulo.santana@ufvjm.edu.br
[2] Centro Universitário FIPMoc, Montes Claros, MG, Brasil.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5158-007X. E-mail: herbert.silva@afya.com.br
[3] Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, MG, Brasil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4918-7964. E-mail: gerson.ferreira@ufvjm.edu.br
[4] Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, MG, Brasil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8386-2639. E-mail: jonatas.mata@ufvjm.edu.br

Recebido em: 25/04/2025 *Aprovado em: 17/12/2025* *Publicado em: 30/03/2026*

docentes, enquanto o ChatGPT-4 foi apontado como responsável por respostas com estrutura e organização melhores. Desta forma, é importante compreender a necessidade do uso de cada inteligência artificial, apoiando-se em seus pontos fortes, em especial quando se considera o contexto da docência no ensino superior em Engenharia de Minas.

Palavras-chave: inteligência artificial generativa; ensino de Engenharia de Minas; ferramentas de apoio pedagógico; avaliação de respostas por docentes; tecnologias educacionais.

RESUMEN

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta prometedora en la formación en Ingeniería de Minas, ayudando en la mediación de contenidos complejos y la diversificación de las estrategias de enseñanza. Este estudio analizó la aplicación de dos herramientas de inteligencia artificial generativa (ChatGPT-4 y DeepSeek-V3) en el curso de Ingeniería de Minas de la Universidad Federal de los Valles de Jequitinhonha y Mucuri, campus de Janaúba, en Minas Gerais, comparando el rendimiento de ambas y discutiendo posibles contribuciones al proceso de enseñanza-aprendizaje. La investigación, de naturaleza experimental y cualitativa-cuantitativa, implicó la evaluación de las respuestas generadas por ChatGPT-4 y DeepSeek-V3, separadas en dos grupos de distintos niveles de complejidad. Los resultados indicaron un mejor rendimiento general de DeepSeek-V3, siendo su fundamento teórico su punto más fuerte, según los instructores, mientras que ChatGPT-4 destacó por proporcionar respuestas mejor estructuradas y organizadas. Por lo tanto, es importante comprender la necesidad de utilizar cada inteligencia artificial, aprovechando sus fortalezas, especialmente en el contexto de la docencia en la educación superior de Ingeniería de Minas.

Palabras clave: inteligencia artificial generativa; enseñanza de Ingeniería de Minas; herramientas de apoyo pedagógico; evaluación de respuestas por docentes; tecnologías educativas.

ABSTRACT

Artificial intelligence has proven to be a promising tool in Mining Engineering education, assisting in the mediation of complex content and the diversification of teaching strategies. This study analyzed the application of two generative artificial intelligence tools (ChatGPT-4 and DeepSeek-V3) in the Mining Engineering course at the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM), Janaúba campus, at Minas Gerais, comparing the performance of both and discussing possible contributions to the teaching-learning process. The research, of an experimental and qualitative-quantitative nature, involved the evaluation of responses generated by ChatGPT-4 and DeepSeek-V3, separated into two groups of distinct levels of complexity. The results indicated a better overall performance of DeepSeek-V3, with theoretical grounding being its strongest point according to the instructors, while ChatGPT-4

was noted for providing answers with better structure and organization. Therefore, it is important to understand the need for using each artificial intelligence, relying on its strengths, especially when considering the context of teaching in higher education in Mining Engineering.

Keywords: generative artificial intelligence; Mining Engineering education; pedagogical support tools; teacher-based answer evaluation; educational technologies.

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem impulsionado a ascensão da inteligência artificial (IA), moldando diferentes dimensões da sociedade, inclusive os modos de aprender e ensinar. No ensino superior, a IA tem sido utilizada como ferramenta de apoio às práticas pedagógicas, sobretudo em cursos de Engenharia, nos quais a complexidade dos temas e a necessidade de constante atualização demandam novas abordagens. Aplicar sistemas inteligentes no ensino, campo frequentemente denominado como inteligência artificial na educação (IAED), possui grande potencial para transformar a maneira como o conhecimento é mediado, apropriado e avaliado, oferecendo respostas mais personalizadas e eficientes para desafios educacionais contemporâneos (Luckin; Holmes, 2016).

No caso particular da Engenharia de Minas, a IA pode ter papel relevante na formação de profissionais preparados para lidar com as demandas tecnológicas e ambientais da mineração contemporânea. Ferramentas baseadas em IA, como sistemas de modelagem geológica, simulações de processos minerais e plataformas de aprendizagem flexível, podem qualificar o ensino de conceitos complexos e práticos, preparando os estudantes para um mercado de trabalho cada vez mais digitalizado e automatizado (Santos; Mendonça; Amaral, 2019). Segundo Agrawal, Gans e Goldfarb (2022), a IA pode influenciar em transformações no trabalho e nos modos de aprendizagem e interação com o conhecimento, havendo potencial para aplicação no ensino de Engenharia de Minas.

Apesar desse potencial, o uso da IA no ensino superior ainda é limitado, especialmente em áreas técnicas como a Engenharia de Minas. Uma possível explicação é a ausência de métodos pedagógicos específicos que integrem a IA às práticas docentes, bem como o desconhecimento, por parte de muitos professores, acerca dessas tecnologias e de suas implicações para o trabalho pedagógico (Nóvoa, 2020; Sichman, 2021). Além disso, Lorenzoni (2020) aponta que a IA pode aprimorar os resultados educacionais e promover a inclusão digital, reforçando sua relevância no ensino superior.

Nessa direção, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2019) define a IA na educação como sistemas computacionais que abrangem a cadeia educacional, utilizando algoritmos para resolver problemas complexos e propor soluções inovadoras. Tal definição se articula com iniciativas descritas pela International Business Machines Corporation (IBM,

2018), que apontam a IA como ferramenta estratégica na colaboração com instituições de ensino, como no programa P-TECH, integrando tecnologia e aprendizagem para preparar estudantes para o mercado de trabalho. Em áreas desafiadoras como a Engenharia de Minas, a aplicação da IA pode aprimorar o ensino e o treinamento de profissionais, tornando-os mais aptos a lidar com as exigências da mineração atual.

Ao mesmo tempo, a incorporação da IA à educação não é neutra. Acemoglu e Restrepo (2020) apontam que a IA pode produzir impactos massivos no mercado de trabalho, em especial em setores intensivos em automação, como a mineração, o que exige formar engenheiros de minas capazes de articular competências técnicas e capacidade de adaptação às mudanças tecnológicas. Santos, Mendonça e Amaral (2019) ilustram esse cenário ao propor métodos que utilizam IA para análise de estabilidade em minas subterrâneas, mostrando como tais técnicas podem ser aplicadas de forma prática e eficiente na área. Autores como Masschelein e Simons (2022) defendem que a escola deve ser preservada como espaço público de formação, alertando para o risco de redução da educação a desempenho mensurável e a soluções tecnológicas orientadas por interesses de mercado, ao passo que Sichman (2021) chama atenção para a opacidade dos algoritmos, a concentração de dados e as consequências sociais da automação.

Discutir o uso da IA no ensino superior, inclusive em cursos de Engenharia de Minas, exige, portanto, uma postura crítica que considere tanto suas potencialidades pedagógicas quanto os limites e riscos éticos, sociais e políticos. Nesta perspectiva, o presente estudo tem por objetivo analisar como ferramentas de inteligência artificial generativa (ChatGPT-4 e DeepSeek-V3) podem ser utilizadas como recursos de apoio pedagógico no ensino de Engenharia de Minas, considerando suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem no curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), campus Janaúba/MG. Especificamente, compara-se a qualidade das respostas produzidas por ambas as IAs, avaliadas por docentes especialistas, frente a questionamentos de diferentes níveis de complexidade, e discute-se o potencial didático de cada ferramenta.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental e comparativa, com abordagem qualiquantitativa, voltada à análise do desempenho das inteligências artificiais ChatGPT-4 e DeepSeek-V3 em situações que simulam o contexto de ensino superior em Engenharia de Minas. O experimento consistiu na avaliação das respostas geradas por essas ferramentas a questionamentos com diferentes níveis de complexidade conceitual, partindo de temas básicos até conteúdos mais aprofundados da área. As perguntas foram submetidas às IAs no dia 17 de fevereiro de 2025, e as análises foram realizadas entre 18 e 24 de fevereiro de 2025.

Definição dos Questionamentos

Foram definidos questionamentos organizados em dois níveis de complexidade, compondo um único conjunto de perguntas voltadas à área de Engenharia de Minas. No nível 1, foram elaboradas questões de caráter básico, associadas a conceitos gerais e amplamente divulgados na literatura e em materiais de divulgação científica, sendo, portanto, de acesso relativamente fácil na internet e em outros meios de comunicação. No nível 2, por sua vez, os questionamentos demandaram conhecimentos específicos e aprofundados em Engenharia de Minas, geralmente trabalhados em disciplinas de etapas avançadas do curso ou em contextos profissionais.

Ao todo foram elaborados seis questionamentos, sendo três de nível 1 e três de nível 2, com o objetivo de comparar o desempenho das IAs tanto em conteúdos introdutórios quanto em tópicos que exigem maior especialização conceitual. Essa organização permitiu padronizar o processo de análise e estabelecer uma base comparativa entre os diferentes graus de complexidade envolvidos.

Geração e Coleta das Respostas

As perguntas foram inseridas de forma idêntica em ambas as ferramentas, garantindo equidade na comparação. As respostas geradas foram registradas para análise posterior. As seis perguntas realizadas podem ser vistas no Quadro 1.

Quadro 1 – Perguntas realizadas às ferramentas de inteligência artificial.

Nº	Pergunta	Nível
1	Quais são as principais etapas do ciclo de vida de uma mina?	1
2	Quais são os principais métodos de prospecção mineral?	1
3	O que é beneficiamento mineral, suas etapas e por que ele é necessário?	1
4	Como a fragmentação da rocha influencia a eficiência dos processos de cominuição no beneficiamento mineral?	2
5	Explique o funcionamento e a importância do método de flotação na separação mineral.	2
6	Como a modelagem geológica e a geoestatística auxiliam na estimativa de reservas minerais?	2

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Os *prompts* criados para orientar as inteligências artificiais em suas respostas tiverem a mesma estrutura, alterando entre si apenas a pergunta mostrada no Quadro 1. Como exemplo, a base do *prompt* foi:

> *"Responda ao seguinte questionamento como se fosse um professor de ensino superior do curso de Engenharia de Minas. A resposta deve ser através de um texto dissertativo, de forma clara e com repertório técnico. A resposta não deve ultrapassar 15 linhas. Pergunta: [...]"*

Critérios de Avaliação

As respostas provenientes dos questionamentos feitos às inteligências artificiais foram analisadas com base em cinco critérios, conforme sintetizado no Quadro 2. O primeiro critério, conteúdo e compreensão, avaliou a adequação ao tema, o domínio conceitual, a profundidade da argumentação e a correção das informações. O segundo critério, estrutura e organização, considerou a clareza da estrutura textual, a coerência e a coesão entre as ideias. O terceiro critério, argumentação e fundamentação, analisou o uso de evidências, a consistência lógica e o nível de criticidade das respostas. O quarto critério, linguagem e expressão, contemplou a clareza, a objetividade, a adequação do vocabulário ao contexto acadêmico e a correção gramatical. Por fim, o quinto critério, cumprimento das exigências, verificou a observância às orientações do *prompt*, incluindo extensão do texto, fidelidade à proposta e segurança na exposição das ideias.

Quadro 2 – Critérios de avaliação

Nº	Critério	Detalhamento
1	Conteúdo e compreensão	**Adequação ao tema**: a resposta aborda diretamente a questão proposta? **Domínio do conteúdo**: demonstra conhecimento e entendimento do assunto? **Profundidade da argumentação**: explora o tema de maneira aprofundada ou superficial? **Correção das informações**: os dados e conceitos apresentados são precisos e fundamentados?
2	Estrutura e organização	**Clareza na estrutura:** a resposta apresenta introdução, desenvolvimento e conclusão bem definidos? **Coerência e coesão**: as ideias são apresentadas de forma lógica e bem conectadas? **Encadeamento das ideias**: há progressão argumentativa ou a resposta é fragmentada?
3	Argumentação e fundamentação	**Uso de evidências:** os argumentos são sustentados por exemplos, dados, citações ou referências? **Consistência lógica:** as ideias se sustentam de forma racional e bem estruturada? **Criticidade e originalidade**: o aluno apresenta reflexões próprias ou apenas reproduz informações?
4	Linguagem e expressão	**Clareza e objetividade:** a resposta é compreensível e direta? **Adequação da linguagem**: o vocabulário está adequado ao nível acadêmico e ao tema? **Correção gramatical e ortográfica**: Há erros que prejudicam a compreensão?
5	Cumprimento das exigências	**Extensão do texto:** atende ao número mínimo/máximo de palavras ou linhas estabelecido? **Fidelidade à proposta:** responde a todos os aspectos da questão? **Segurança na resposta**: o texto demonstra convicção e conhecimento sobre o tema?

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Como sistema de avaliação, para cada um dos critérios apresentados no Quadro 2 foram definidas três opções de julgamento: a resposta do ChatGPT, a resposta do DeepSeek ou a indicação de equivalência entre ambas. Para cada critério e para cada pergunta, o avaliador deveria escolher qual das opções melhor representava o desempenho observado.

Avaliação por Especialistas

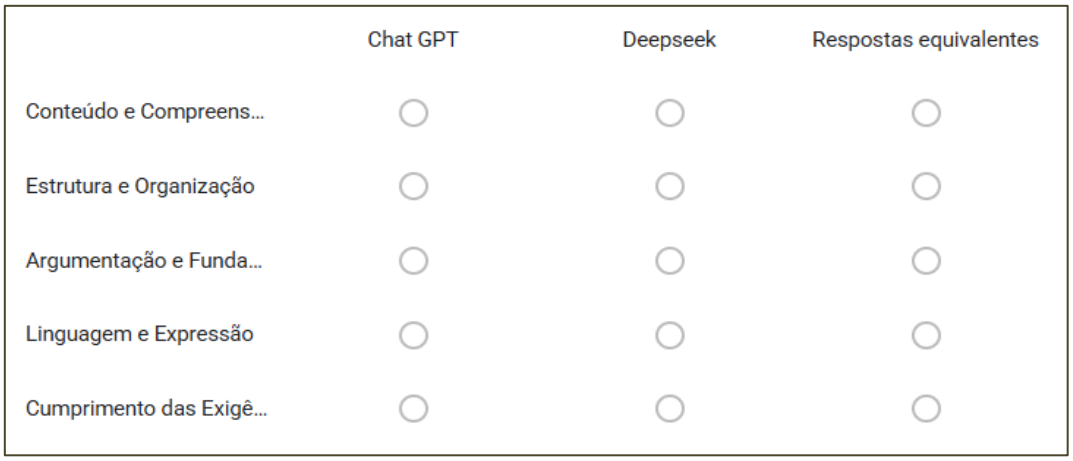
Para a avaliação das respostas, foi selecionado um grupo de professores atuantes na área de Engenharia de Minas, responsáveis por revisar e pontuar as produções das IAs de forma independente, buscando conferir maior rigor ao processo de análise. Foram selecionados, como participantes, sete docentes do ensino superior vinculados ao curso de Engenharia de

Minas da UFVJM, campus Janaúba/MG. Todos os participantes foram informados previamente sobre o anonimato das respostas e sobre a intenção de publicação dos dados. Um termo de aceite de participação foi anexado ao formulário disponibilizado para resposta. Ressalta-se que a equipe de professores do curso de Engenharia de Minas da UFVJM é composta por dez profissionais, porém somente sete docentes declararam interesse em participar da pesquisa. Esses sete docentes foram, desta forma, selecionados para o estudo.

Os dados foram coletados por meio de formulário on-line, aplicado entre os dias 03 e 10 de março de 2025, no qual foram solicitadas informações sobre área de formação e titulação acadêmica. Além disso, os participantes foram informados de que as respostas avaliadas haviam sido elaboradas por ferramentas de inteligência artificial, havendo a indicação explícita de qual IA havia produzido cada resposta.

O formulário disponibilizado apresentou as seis perguntas indicadas no Quadro 1, de maneira que, em cada pergunta, o docente tinha como opção marcar qual das IAs obteve melhor desempenho em cada um dos critérios apresentados no Quadro 2. A disposição dos modelos de resposta pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Modelo de resposta padrão.



Fonte: elaborada pelos autores (2025).

Ao final do formulário foi aberta aos docentes a oportunidade de se expressar em relação às respostas analisadas, com o questionamento: “Qual o seu ponto de vista sobre as respostas dadas pelas inteligências artificiais?”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equipe participante do estudo foi composta por sete professores do ensino superior, distribuídos entre duas áreas principais: Engenharia de Minas e Geologia. Os resultados indicam que a maioria dos participantes (71,4%, n=5) possui formação em Engenharia de Minas, enquanto 28,6% (n=2) são geólogos.

Quanto ao nível de formação, verificou-se que cinco docentes (71,4%) possuem título de doutorado, enquanto os outros dois (28,6%) possuem mestrado. Esses dados demonstram um alto nível de qualificação acadêmica, reforçando a presença de docentes altamente capacitados no ensino da Engenharia de Minas e Geologia.

A distribuição da formação entre engenheiros e geólogos reflete a interdisciplinaridade necessária para o ensino superior, especialmente considerando a interface entre a caracterização geológica e a aplicação de técnicas de lavra e beneficiamento mineral. O Quadro 3 apresenta o resultado do *prompt*, relativo à primeira pergunta da pesquisa.

Quadro 3 – Resultado do questionamento 1 de nível 1.

IA	Resposta
ChatGPT	O ciclo de vida de uma mina compreende uma sequência de etapas interdependentes que garantem a viabilidade técnica, econômica e ambiental da exploração mineral. A primeira fase é a **prospecção e exploração mineral**, na qual são realizadas investigações geológicas, geoquímicas e geofísicas para identificar e delimitar depósitos minerais. Segue-se a **avaliação e desenvolvimento do projeto**, que envolve estudos de viabilidade técnica e econômica, modelagem do depósito e planejamento da lavra. A terceira etapa é a **implantação da mina**, incluindo infraestrutura, equipamentos e obtenção das licenças ambientais. A **fase de operação e lavra** constitui o período produtivo, onde os minérios são extraídos, beneficiados e comercializados, seguindo métodos a céu aberto ou subterrâneo. A etapa seguinte é a **fechamento e reabilitação ambiental**, que busca minimizar impactos, promovendo a revegetação, estabilização de taludes e recuperação de áreas degradadas. Por fim, há o **monitoramento pós-fechamento**, essencial para garantir a estabilidade ambiental e a segurança a longo prazo. Esse ciclo reforça a importância da mineração sustentável, integrando eficiência produtiva e responsabilidade socioambiental.
DeepSeek	O ciclo de vida de uma mina é composto por etapas sequenciais e interligadas, que garantem a eficiência e a sustentabilidade do empreendimento. Inicia-se com a **Prospecção e Exploração**, fase em que são identificados e delimitados os depósitos minerais por meio de técnicas como geofísica, geoquímica e sondagens. Em seguida, realiza-se o **Estudo de Viabilidade**, que avalia aspectos técnicos, econômicos, ambientais e legais para determinar a viabilidade do projeto. Com a aprovação, passa-se ao **Planejamento e Projeto**, onde são detalhados os métodos de lavra, infraestrutura e processos de beneficiamento. A fase de **Desenvolvimento** envolve a construção da mina e instalações de apoio. A **Operação** é o período de extração e processamento do minério, seguido pelo **Descomissionamento**, que inclui o encerramento das atividades e a recuperação ambiental. Por fim, o **Pós-fechamento** assegura o monitoramento da área para garantir estabilidade e mitigar impactos. Cada etapa demanda rigor técnico e conformidade com normas ambientais e de segurança.

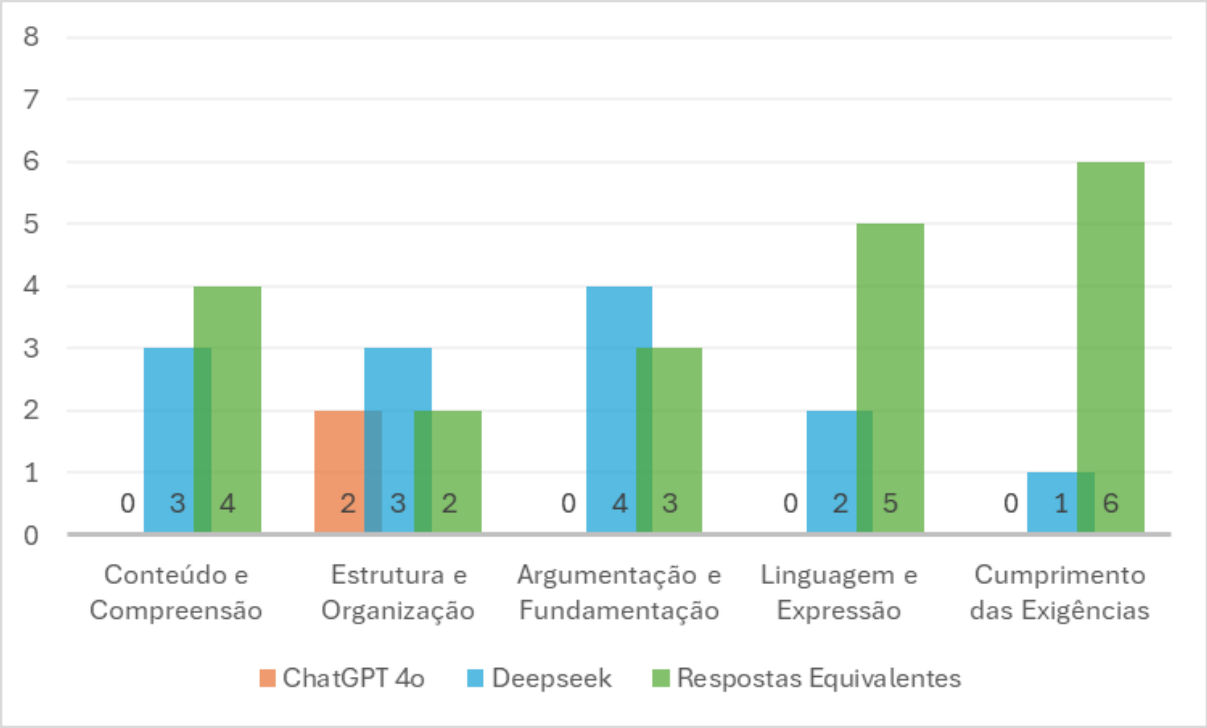
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

É possível observar, no Quadro 3, que a resposta do ChatGPT forneceu informações claras, descrevendo as principais etapas do ciclo de vida de uma mina, incluindo: prospecção,

exploração, desenvolvimento, operação, fechamento e reabilitação. Já o DeepSeek proporcionou informações claras e detalhadas em sua resposta, cobrindo todas as etapas mencionadas. O DeepSeek também apresentou informações adicionais sobre algumas etapas, como a utilização da técnica de sondagem na fase de prospecção e exploração, proporcionando uma visão mais completa.

O Gráfico 1 apresenta os dados referentes à primeira pergunta do questionário enviado aos docentes do curso de Engenharia de Minas. No eixo horizontal, são indicadas as categorias passíveis de voto pelos docentes de acordo com cada IA, enquanto no eixo vertical são indicados o número de votos que cada opção recebeu. Ao analisar as respostas dos especialistas (Gráfico 1) de forma percentual, os dados indicam que o DeepSeek apresentou melhor desempenho nos critérios de conteúdo e compreensão quando comparado ao ChatGPT, além de argumentação e fundamentação, sugerindo maior capacidade em fornecer respostas tecnicamente fundamentadas e aprofundadas. O critério de estrutura e organização foi levemente desfavorável para o ChatGPT, indicando que suas respostas, embora corretas, possuíam menor clareza e coesão textual quando comparadas ao DeepSeek.

Gráfico 1 – Avaliação do questionamento 1 de nível 1 pelos especialistas.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Quanto ao critério linguagem e expressão, a maior parte das avaliações indicou equivalência de clareza e fluidez textual entre as respostas das IAs. No critério cumprimento das exigências, as respostas também foram definidas como equivalentes. É válido ressaltar que para ambas as avaliações, o DeepSeek recebeu votos, enquanto o ChatGPT não se destacou nestes pontos.

No Quadro 4 é apresentado o resultado do *prompt* referente à segunda pergunta da pesquisa.

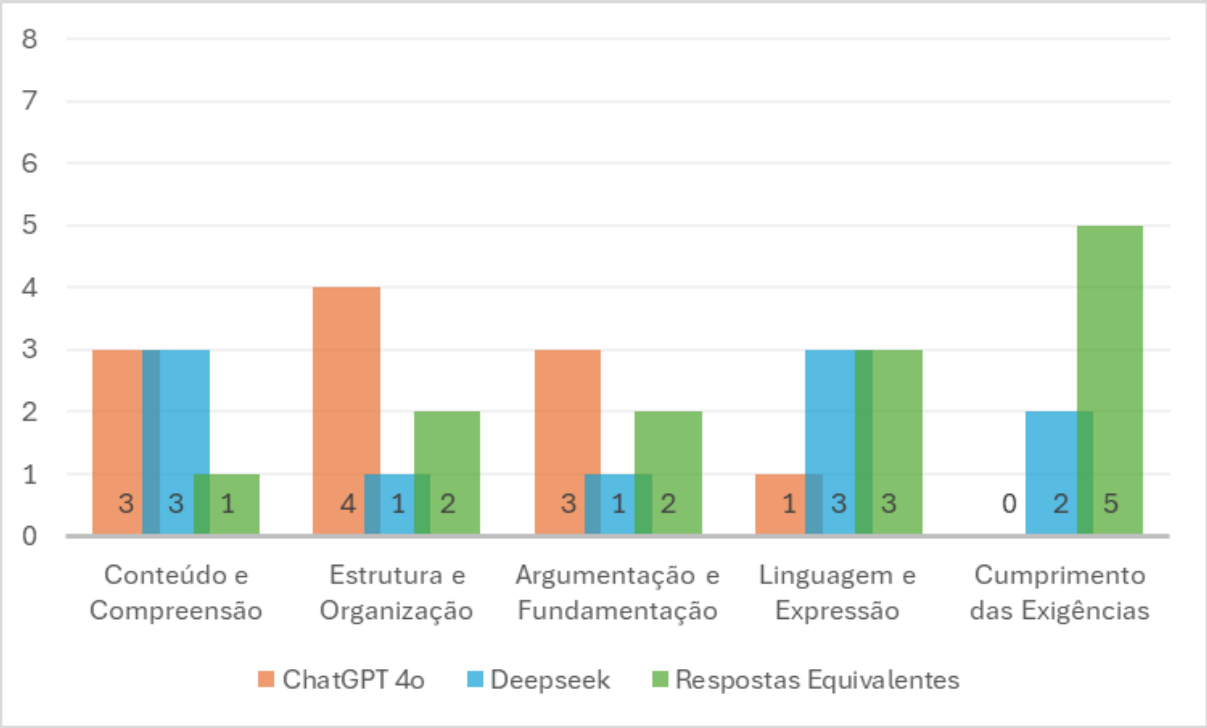
Quadro 4 – Resultado do questionamento 2 de nível 1.

IA	Resposta
ChatGPT	A prospecção mineral é a etapa inicial da exploração de recursos minerais, visando identificar e delimitar depósitos economicamente viáveis. Os métodos utilizados podem ser classificados em diretos e indiretos. Os **métodos diretos** incluem o **mapeamento geológico**, que analisa afloramentos e estruturas geológicas favoráveis à mineralização, e a **amostragem geoquímica**, que investiga concentrações anômalas de elementos em solos, sedimentos e águas. Além disso, a **sondagem exploratória** é um método essencial para obter informações em subsuperfície, permitindo a caracterização do depósito. Já os **métodos indiretos** englobam técnicas geofísicas, como a **aerogeofísica**, que utiliza sensores para detectar variações magnéticas, gravimétricas e radiométricas; e os **levantamentos sísmicos e elétricos**, empregados na detecção de corpos minerais condutores ou densos. A escolha do método depende da geologia da região e do tipo de minério buscado, sendo comum a integração de múltiplas abordagens para aumentar a precisão na definição do alvo mineral.
DeepSeek	Os principais métodos de prospecção mineral incluem técnicas geofísicas, geoquímicas e geológicas, aplicadas conforme as características do depósito e do terreno. **Métodos geofísicos**, como magnetometria, gravimetria, sísmica e eletrorresistividade, avaliam propriedades físicas das rochas para identificar anomalias associadas a minerais. **Métodos geoquímicos** analisam a concentração de elementos químicos em amostras de solo, rocha, água ou vegetação, indicando a presença de depósitos. **Métodos geológicos** envolvem mapeamento de superfície, análise de afloramentos e estudos estratigráficos para compreender a formação e distribuição dos minerais. Além disso, técnicas modernas, como sensoriamento remoto e drones, complementam a prospecção, aumentando a precisão e reduzindo custos. A escolha do método depende do tipo de mineral, escala do projeto e condições ambientais, exigindo integração de dados para maximizar a eficácia da exploração.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O Quadro 4 mostra que o ChatGPT dividiu a resposta referente à prospecção mineral entre os métodos diretos e indiretos, diferentemente do DeepSeek. No entanto, devido à limitação de linhas impostas pelo *prompt*, o ChatGPT foi aparentemente mais superficial quanto às explicações e aprofundamento dos métodos descritos. O DeepSeek, por sua vez, focou em discorrer sobre os principais métodos, sem distinguir quais são considerados diretos e quais são indiretos. Por outro lado, o DeepSeek finalizou a resposta citando técnicas modernas como o uso de drones e sensoriamento remoto. O Gráfico 2 apresenta os dados referentes à avaliação dos docentes do curso de Engenharia de Minas em relação à segunda pergunta do questionário.

Gráfico 2 – Avaliação do questionamento 2 de nível 1 pelos especialistas.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Quanto à avaliação dos especialistas, no critério conteúdo e compreensão, o ChatGPT e o DeepSeek apresentaram desempenho semelhante, com três avaliações positivas para cada IA, indicando que ambas as ferramentas forneceram respostas tecnicamente adequadas e coerentes com o tema.

No critério estrutura e organização, o ChatGPT apresentou a maior pontuação. Esse resultado sugere que sua resposta foi melhor estruturada e organizada, proporcionando maior clareza e fluidez textual. No quesito argumentação e fundamentação, o ChatGPT também obteve melhor avaliação, demonstrando a capacidade de desenvolver respostas bem fundamentadas e com progressão argumentativa.

O critério de linguagem e expressão apresentou resultados melhores para o DeepSeek, no entanto, teve a mesma quantidade de avaliações que as respostas equivalentes, o que pode indicar menor fluidez na construção das sentenças ou um vocabulário menos adaptado ao contexto acadêmico por parte do ChatGPT.

No critério cumprimento das exigências, as respostas equivalentes se destacaram significativamente, apresentando a maior validação. Os resultados para o segundo questionamento indicam que o ChatGPT teve um desempenho superior em estrutura e organização, argumentação e fundamentação, enquanto o DeepSeek se destacou em linguagem e expressão.

No Quadro 5 é apresentado o resultado do *prompt* referente à terceira pergunta da pesquisa.

Quadro 5 – Resultado do questionamento 3 de nível 1.

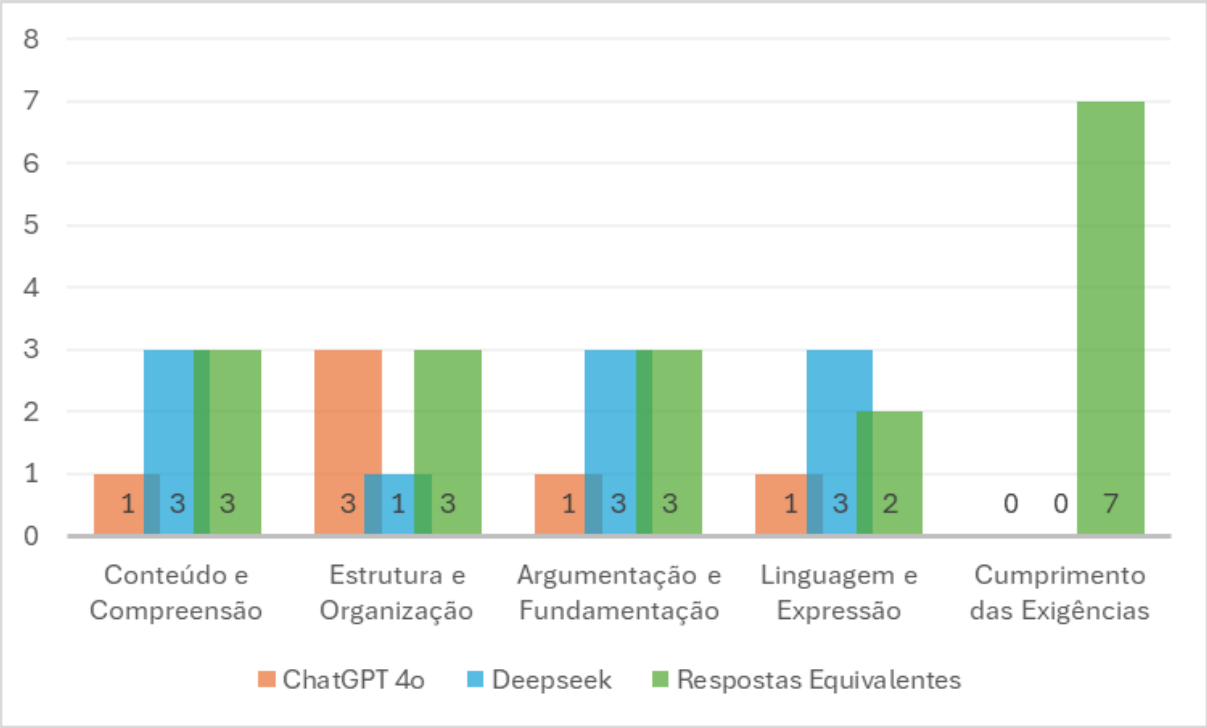
IA	Resposta
ChatGPT	O **beneficiamento mineral** é o conjunto de operações aplicadas aos minérios extraídos da jazida para adequá-los às exigências do mercado, aumentando seu teor e melhorando suas propriedades físicas e químicas. Esse processo é essencial para agregar valor ao minério, reduzir desperdícios e otimizar a utilização dos recursos naturais. As principais etapas do beneficiamento incluem a **cominuição**, que envolve a britagem e a moagem para redução do tamanho das partículas; a **classificação**, que separa os materiais por tamanho ou densidade; e a **concentração mineral**, que utiliza métodos físicos ou químicos, como flotação, separação magnética e gravimétrica, para aumentar o teor do minério. Além disso, o **desaguamento** e a **disposição de rejeitos** são etapas fundamentais para minimizar impactos ambientais e facilitar o transporte e armazenamento dos produtos. O beneficiamento é necessário para tornar a extração mineral economicamente viável, permitindo o aproveitamento eficiente dos minérios e reduzindo a necessidade de exploração de novas jazidas, o que contribui para a sustentabilidade do setor.
DeepSeek	O beneficiamento mineral é um conjunto de processos físicos e químicos aplicados ao minério bruto para aumentar seu teor de mineral útil, removendo impurezas e adequando-o às especificações industriais. Suas etapas principais incluem: **1) Britagem e Moagem**, que reduzem o tamanho das partículas; **2) Classificação**, que separa os materiais por tamanho; **3) Concentração**, utilizando métodos como flotação, gravimetria ou separação magnética para enriquecer o minério; e **4) Secagem**, que remove a umidade. O beneficiamento é essencial porque o minério extraído raramente está em condições ideais para uso direto, contendo materiais estéreis e baixos teores do mineral de interesse. Além disso, ele maximiza o valor econômico do recurso, reduz custos de transporte e minimiza impactos ambientais, promovendo a sustentabilidade na cadeia produtiva.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Ambas as inteligências artificiais dividiram a resposta em introdução sobre o beneficiamento, etapas do beneficiamento e conclusão sobre a importância do beneficiamento. No entanto, fica claro um aprofundamento maior por parte do ChatGPT, que utilizou um pouco melhor as linhas exigidas pelo *prompt* para explicar com mais detalhes cada uma das etapas.

O Gráfico 3 apresenta os dados referentes à avaliação dos docentes do curso de Engenharia de Minas em relação ao terceiro questionamento.

Gráfico 3 – Avaliação do questionamento 3 de nível 1 pelos especialistas



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Os resultados revelam que, no critério conteúdo e compreensão, as respostas do DeepSeek isolado e as respostas equivalentes entre as duas IAs apresentaram desempenho semelhante e superior ao ChatGPT individualmente, indicando que ambas forneceram conteúdos adequados ao tema, com informações corretas e bem fundamentadas. O ChatGPT, analisado de forma isolada, embora tenha respondido corretamente às questões, possivelmente apresentou menor profundidade argumentativa no ponto de vista dos avaliadores.

No critério estrutura e organização, as avaliações como respostas equivalentes e a favor do ChatGPT obtiveram as pontuações mais altas, sugerindo que suas respostas estavam bem estruturadas, com progressão lógica e coesão textual. O DeepSeek, de forma isolada, obteve uma pontuação menor, o que pode indicar que suas respostas, embora tecnicamente corretas, apresentaram menor clareza estrutural.

Em relação à argumentação e fundamentação, o ChatGPT e as respostas equivalentes obtiveram desempenho superior ao DeepSeek, o que sugere que essas respostas apresentaram melhor sustentação dos argumentos, com uso adequado de exemplos, dados e fundamentação teórica.

No critério linguagem e expressão, o DeepSeek se destacou, alcançando a maior pontuação seguido pela avaliação equivalente, sugerindo que essas respostas apresentaram uma linguagem acadêmica mais adequada, com maior clareza e correção gramatical.

O critério de cumprimento das exigências revelou uma diferença significativa entre as categorias analisadas. Neste critério, as respostas foram consideradas em cem por cento dos casos como equivalentes, indicando que ambas as inteligências artificiais atenderam aos requisitos estabelecidos, incluindo extensão do texto, fidelidade à proposta e adequação ao tema.

No Quadro 6 é apresentado o resultado do *prompt* referente à quarta pergunta da pesquisa.

Quadro 6 – Resultado do questionamento 4 de nível 2.

IA	Resposta
ChatGPT	A **fragmentação da rocha** exerce um papel crucial na eficiência dos processos de **cominuição**, que englobam as operações de **britagem e moagem** no beneficiamento mineral. O grau de fragmentação inicial influencia diretamente o consumo energético, o desgaste dos equipamentos e a qualidade do produto final. Rochas com elevada resistência mecânica ou baixo grau de fraturamento natural demandam maior energia para serem reduzidas ao tamanho adequado, impactando os custos operacionais. Uma fragmentação inadequada pode resultar em alimentação heterogênea nos britadores e moinhos, reduzindo a eficiência da cominuição e aumentando o tempo de processamento. Além disso, fragmentos muito grandes podem causar sobrecarga nos equipamentos, enquanto partículas excessivamente finas podem gerar perdas no processo de separação e concentração. Dessa forma, a otimização da fragmentação, desde a etapa de **desmonte com explosivos**, é fundamental para reduzir custos energéticos, melhorar a produtividade do beneficiamento e garantir a viabilidade técnica e econômica da lavra.
DeepSeek	A fragmentação da rocha é um fator crítico para a eficiência dos processos de cominuição no beneficiamento mineral, pois determina o tamanho e a distribuição das partículas que serão submetidas à britagem e moagem. Uma fragmentação adequada, obtida por meio de explosivos controlados ou métodos mecânicos, reduz o consumo energético e os custos operacionais, já que partículas menores e uniformes demandam menos esforço para serem processadas. Além disso, uma boa fragmentação facilita a liberação dos minerais de interesse, otimizando etapas subsequentes, como a concentração. Por outro lado, fragmentação inadequada pode gerar partículas muito grandes, sobrecarregando os equipamentos, ou muito finas, causando perdas por geração excessiva de rejeitos. Portanto, o controle da fragmentação é essencial para maximizar a eficiência energética e a recuperação do mineral útil.

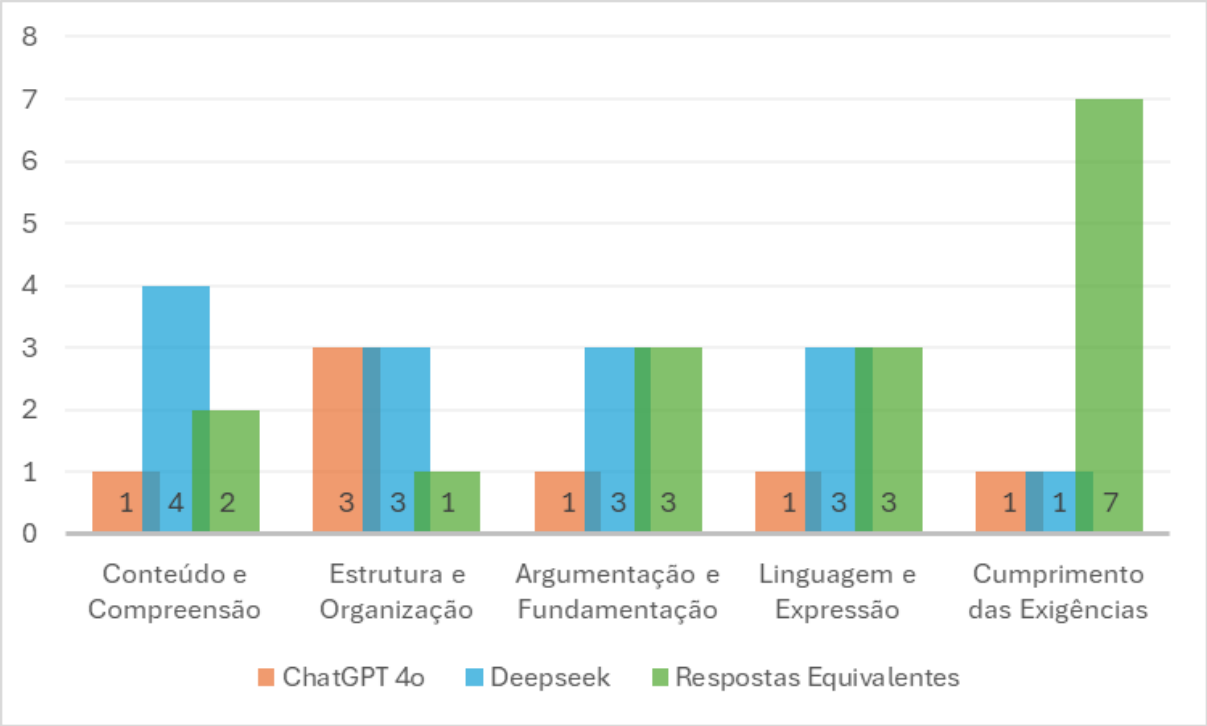
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Ambas as respostas abordam que a fragmentação realizada de forma adequada reduz o consumo de energia necessário para britagem e moagem, reduzindo custos operacionais e que a fragmentação inadequada pode levar à sobrecarga dos equipamentos. De forma geral, o ChatGPT apresenta uma visão clara e objetiva, mas com menor abrangência e foco em técnicas específicas, já o DeepSeek oferece maior profundidade técnica e detalhamento

metodológico, abordando não apenas as consequências da fragmentação inadequada, mas também as soluções para a otimizar.

O Gráfico 4 apresenta os dados referentes à avaliação dos docentes do curso de Engenharia de Minas em relação à quarta pergunta do questionário.

Gráfico 4 – Avaliação do questionamento 4 de nível 2 pelos especialistas.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Para os resultados voltados para o conteúdo e compreensão, o DeepSeek apresentou desempenho superior, atingindo a pontuação mais alta com quatro avaliações. Isso sugere que essa ferramenta fornece respostas mais aprofundadas e tecnicamente precisas. Duas avaliações consideraram as respostas equivalentes, sugerindo que, em alguns casos, ambas as ferramentas forneceram respostas de qualidade semelhantes. O ChatGPT, por outro lado, teve um desempenho inferior nesse critério, o que pode indicar menor precisão ou abrangência na resposta.

No critério estrutura e organização, ChatGPT e DeepSeek apresentaram desempenho equilibrado, sugerindo que ambas as ferramentas estruturaram suas respostas de maneira lógica e coerente. No entanto, as avaliações como respostas equivalentes tiveram menor adesão.

Em relação à argumentação e fundamentação, o DeepSeek e a aceitação de respostas equivalentes tiveram desempenho iguais, sendo ambas superiores ao ChatGPT isolado. O

mesmo ocorreu com o critério linguagem e expressão, apresentando melhores avaliações para o DeepSeek isolado e para respostas equivalentes.

Para o critério cumprimento das exigências, as respostas foram consideradas equivalentes para a maioria dos avaliadores com cinco avaliações.

No Quadro 7 é apresentado o resultado do *prompt* referente à quinta pergunta da pesquisa.

Quadro 7 – Resultado do questionamento 5 de nível 2.

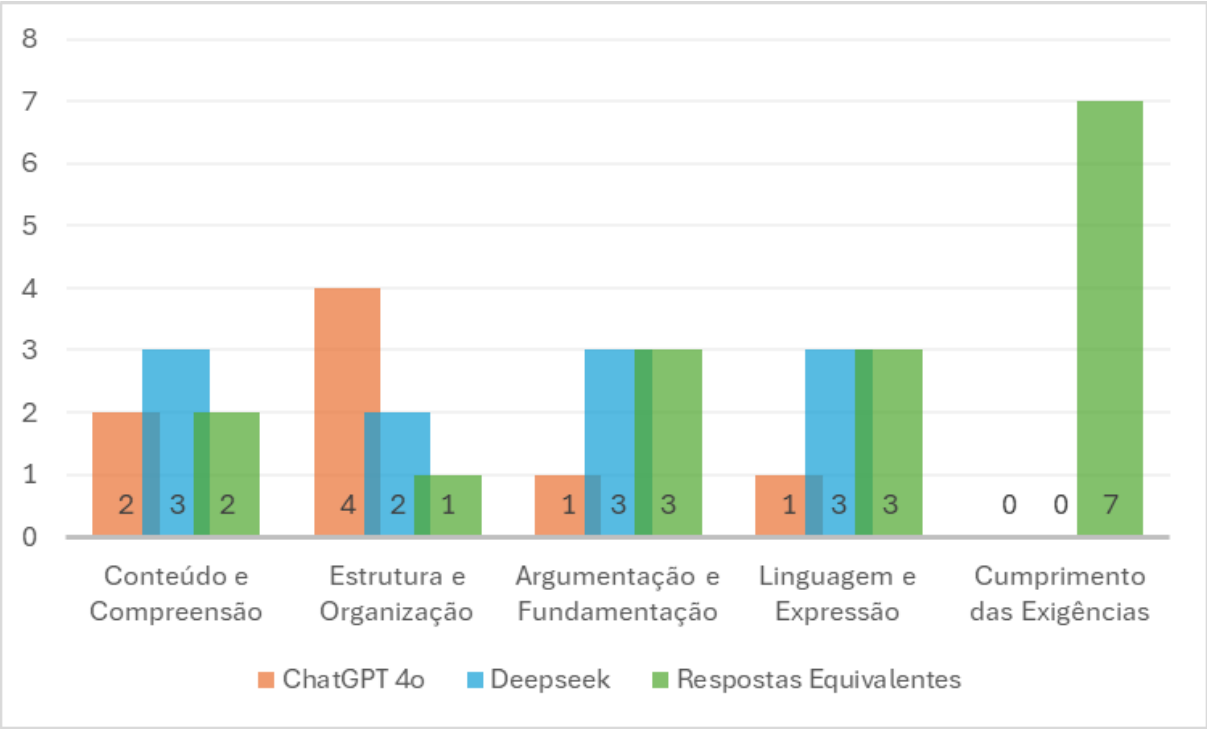
IA	Resposta
ChatGPT	A **flotação** é um dos principais métodos de **concentração mineral**, amplamente utilizado para a separação de minerais valiosos de minerais de ganga. Seu funcionamento baseia-se nas diferenças de **hidrofobicidade** entre as partículas minerais, permitindo a separação seletiva em meio aquoso. O processo ocorre em células de flotação, onde são adicionados **reagentes químicos**, como coletores, espumantes e modificadores. Os **coletores** tornam as partículas do minério hidrofóbicas, permitindo sua adesão às bolhas de ar geradas no sistema. Os **espumantes** estabilizam a espuma, facilitando a remoção do concentrado na superfície. Já os **modificadores** ajustam o pH e controlam a seletividade da flotação. A flotação é fundamental para a concentração de minerais como sulfetos metálicos (ex: cobre, zinco e chumbo), fosfatos e minérios de ferro finos. Sua importância reside na alta eficiência de recuperação, na seletividade do processo e na possibilidade de tratar partículas de granulometrias reduzidas, maximizando o aproveitamento dos recursos minerais e reduzindo perdas no beneficiamento.
DeepSeek	A flotação é um método de separação mineral baseado nas propriedades físico-químicas das superfícies das partículas, principalmente na hidrofobicidade. O processo ocorre em células de flotação, onde o minério finamente moído é misturado com água, reagentes químicos (coletores, espumantes e modificadores) e agitado com ar. Os coletores adsorvem-se aos minerais de interesse, tornando-os hidrofóbicos, enquanto os espumantes estabilizam as bolhas de ar. As partículas hidrofóbicas aderem às bolhas e são levadas à superfície, formando uma espuma rica em mineral, que é removida. Já as partículas hidrofílicas permanecem na polpa. A flotação é crucial na mineração por permitir a separação seletiva de minerais de baixo teor e complexos, como sulfetos metálicos, aumentando a recuperação e o teor do concentrado. Além disso, é um processo versátil e eficiente, essencial para a viabilidade econômica de muitos depósitos minerais.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Tanto o ChatGPT quanto o Deepseek fornecem explicações detalhadas e precisas sobre o funcionamento e a importância do método de flotação na separação mineral. O DeepSeek abordou o essencial, porém com menor ênfase em aspectos técnicos específicos. O ChatGPT apresentou visão mais completa, detalhando reagentes e mecanismos de separação, além de apresentar exemplos de grupos minerais os quais são comumente concentrados por flotação.

O Gráfico 5 apresenta os dados referentes à avaliação dos docentes do curso de Engenharia de Minas em relação ao quinto questionamento.

Gráfico 5 – Avaliação do questionamento 5 de nível 2 pelos especialistas.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

No critério conteúdo e compreensão, o DeepSeek obteve um desempenho sutilmente superior ao ChatGPT e às respostas equivalentes. No entanto, em relação à estrutura e organização, o ChatGPT apresentou o melhor desempenho, sugerindo que suas respostas foram mais bem organizadas. O DeepSeek, por outro lado, obteve uma pontuação intermediária, enquanto as respostas equivalentes apresentaram menor avaliação, indicando uma diferenciação entre as respostas apresentadas.

No critério argumentação e fundamentação, o DeepSeek isolado e a consideração de equidade das respostas obtiveram um desempenho superior ao ChatGPT. O mesmo ocorreu para o critério linguagem e expressão, com o pior desempenho para o ChatGPT. Quanto às exigências do *prompt*, todos os avaliadores consideraram as respostas como equivalentes. No Quadro 8, é apresentado o resultado do *prompt* referente à sexta pergunta da pesquisa.

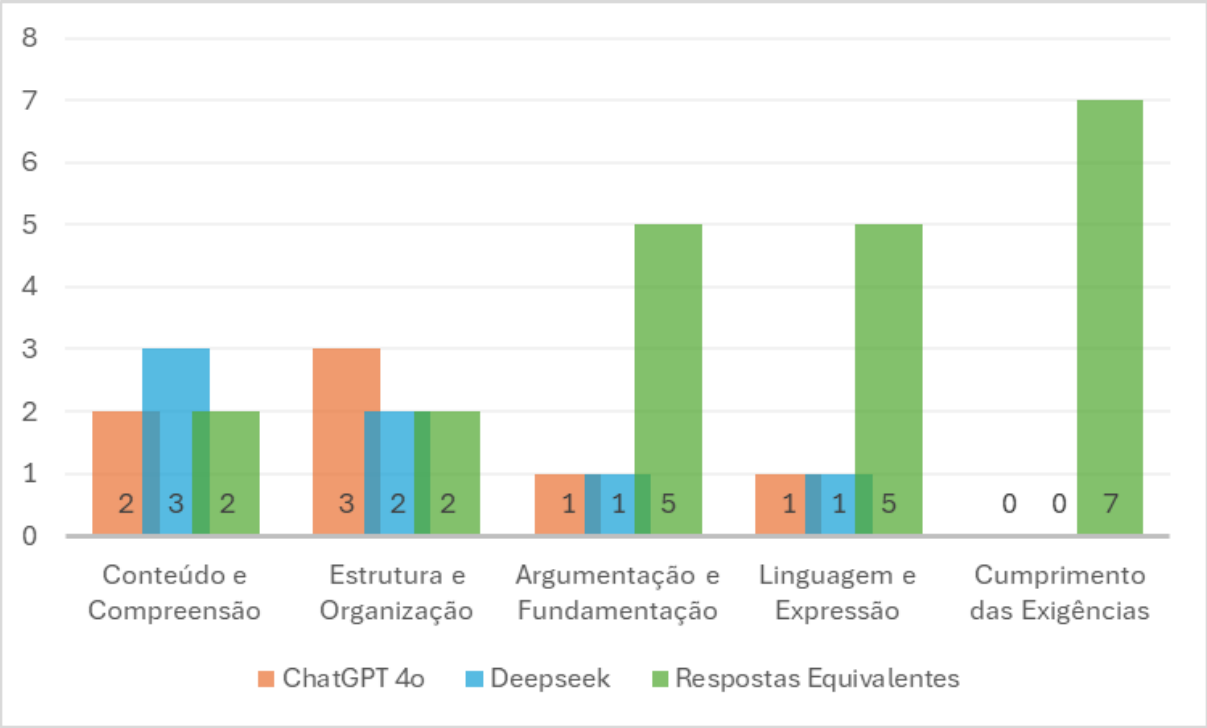
Quadro 8 – Resultado do questionamento 6 de nível 2.

IA	Resposta
ChatGPT	A **modelagem geológica** e a **geoestatística** são ferramentas essenciais na **estimativa de reservas minerais**, permitindo a representação tridimensional do depósito e a previsão da distribuição dos teores minerais com maior precisão. A modelagem geológica consiste na construção de um modelo digital do corpo mineralizado, integrando dados de sondagem, litologia, estrutura e mineralização, o que possibilita a definição dos limites do depósito e a escolha dos melhores métodos de lavra. A **geoestatística**, por sua vez, emprega métodos matemáticos para a interpolação dos teores minerais, considerando a variabilidade espacial dos dados. Técnicas como **krigagem**, variogramas e simulação estocástica reduzem incertezas e permitem a estimativa mais confiável dos volumes e teores dos minérios, melhorando a classificação das reservas em medidas, indicadas e inferidas. A combinação dessas abordagens possibilita um planejamento de lavra mais eficiente, reduzindo riscos econômicos e operacionais, além de otimizar a recuperação mineral, garantindo maior sustentabilidade e aproveitamento dos recursos disponíveis
DeepSeek	A modelagem geológica e a geoestatística são ferramentas fundamentais para a estimativa de reservas minerais, proporcionando precisão e confiabilidade ao processo. A **modelagem geológica** utiliza dados de sondagens, mapeamentos e perfis geológicos para construir modelos tridimensionais do depósito, representando a distribuição espacial e as características dos minerais. Já a **geoestatística** aplica métodos matemáticos, como krigagem, para analisar a variabilidade espacial dos dados, interpolando valores em locais não amostrados e quantificando incertezas. Essas técnicas permitem estimar o volume, o teor e a qualidade do minério, além de identificar zonas de maior interesse econômico. Ao integrar dados geológicos e estatísticos, é possível otimizar o planejamento da lavra, reduzir riscos e tomar decisões mais embasadas, garantindo a viabilidade técnica e econômica do empreendimento mineral.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O ChatGPT apresentou resposta mais completa, com mais referência a técnicas específicas de geoestatística, enquanto o DeepSeek apresentou comentários gerais sobre o papel da modelagem geológica, sem aprofundar aplicações. O Gráfico 6 apresenta os dados referentes à avaliação dos docentes do curso de Engenharia de Minas em relação à sexta pergunta do questionário.

Gráfico 6 – Avaliação do questionamento 6 de nível 2 pelos especialistas.

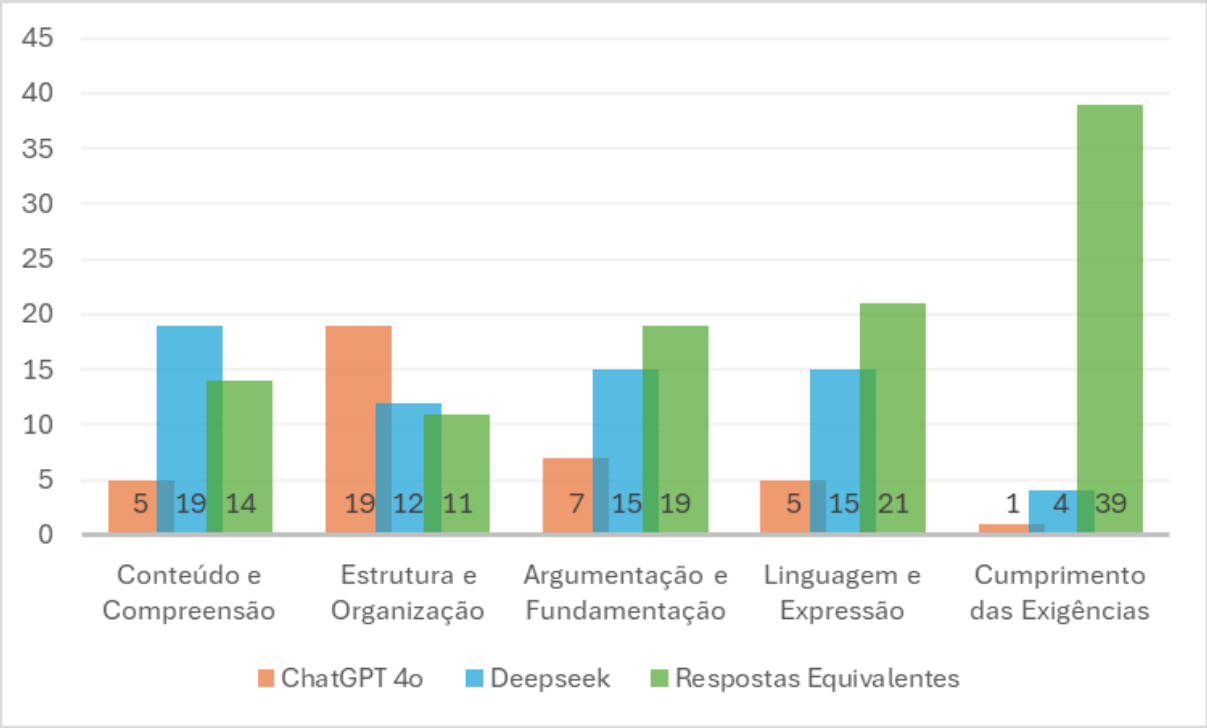


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As avaliações dos especialistas indicam que, no critério conteúdo e compreensão, DeepSeek obteve um desempenho sutilmente superior ao ChatGPT e à equivalência das respostas, indicando maior precisão conceitual e profundidade argumentativa. Apenas no critério estrutura e organização o ChatGPT demonstrou um melhor desempenho quando comparado ao DeepSeek, evidenciando maior clareza na estruturação das respostas, com introdução, desenvolvimento e conclusão bem definidos.

Para todos os demais parâmetros avaliados neste estudo, as respostas foram consideradas em sua maioria equivalentes, demonstrando uma aproximação na qualidade das respostas entre as duas inteligências artificiais. O Gráfico 7 apresenta os dados referentes à compilação dos resultados obtidos por critério.

Gráfico 7 – Somatória das avaliações por critério.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

De forma geral, os resultados indicam que, no critério conteúdo e compreensão, o DeepSeek apresentou o melhor desempenho, obtendo 18 avaliações positivas, seguido pelas respostas equivalentes (14) e pelo ChatGPT (7). Esse resultado sugere que o DeepSeek forneceu respostas mais precisas e aprofundadas no que se refere ao domínio do conteúdo, enquanto o ChatGPT teve menor capacidade de explorar os temas com profundidade.

No critério estrutura e organização, o ChatGPT obteve a maior pontuação (19 avaliações positivas), indicando que suas respostas apresentaram melhor clareza estrutural, coerência e progressão argumentativa. O DeepSeek (12) e as respostas equivalentes (11) apresentaram desempenhos inferiores nesse aspecto, sugerindo que, embora as respostas tenham sido tecnicamente corretas, em alguns casos faltou uma organização mais clara das informações.

A análise da argumentação e fundamentação revelou que as respostas equivalentes tiveram a melhor pontuação (19 avaliações), demonstrando que, em diversos casos, ambas as IAs produziram respostas com um nível satisfatório nestes quesitos. O DeepSeek obteve um desempenho próximo (15 avaliações), enquanto o ChatGPT ficou com apenas 7, indicando menor aprofundamento crítico e menor sustentação lógica nas respostas.

No critério linguagem e expressão, o melhor desempenho foi novamente das respostas equivalentes (21 avaliações), seguidas pelo DeepSeek (15) e pelo ChatGPT (5). Esse resultado indica que a formulação textual do ChatGPT pode ter apresentado maior dificuldade em

atender aos padrões acadêmicos, enquanto o DeepSeek conseguiu manter um nível mais adequado de clareza, objetividade e correção linguística.

O critério cumprimento das exigências apresentou a maior discrepância entre as categorias analisadas. As respostas equivalentes obtiveram a pontuação mais alta (39 avaliações), sugerindo que melhor atenderam às diretrizes estabelecidas para a avaliação, como fidelidade à proposta e extensão textual adequada. O DeepSeek teve um desempenho intermediário (4), enquanto o ChatGPT obteve a menor pontuação, indicando que, em muitas situações, suas respostas não atenderam completamente aos requisitos definidos pelos avaliadores.

Os resultados deste estudo demonstram que diferentes modelos de inteligência artificial apresentam vantagens em determinadas competências, que podem ser utilizadas de forma complementar, ou seja, sua combinação pode potencializar significativamente o processo de ensino-aprendizagem no contexto da Engenharia de Minas, com atenção especial ao curso de Engenharia de Minas da UFVJM, campus Janaúba. A partir da identificação de que o DeepSeek-V3 tende a fornecer fundamentação técnica mais robusta, enquanto o ChatGPT-4 oferece respostas mais organizadas e com maior clareza expositiva, torna-se evidente que o uso misto dessas tecnologias, explorando as melhores características de cada uma, pode configurar uma estratégia pedagógica eficaz.

Os achados abrem espaço para inferir que aplicações práticas consistentes podem ser incorporadas ao planejamento pedagógico. Por exemplo, é possível sugerir o uso do DeepSeek-V3 como fonte de base técnica, permitindo ao docente acessar explicações mais densas, embasamento conceitual robusto e descrições para estudos de caso e aprofundamentos de conteúdo. Esse processo utiliza o DeepSeek-V3 como apoio pedagógico, podendo acelerar o levantamento de informações técnicas por meio de uma única ferramenta, aumentando a produtividade do professor e permitindo que ele se dedique a outras tarefas ou reduza a sobrecarga de trabalho sobre si.

Em paralelo, o ChatGPT-4, por se mostrar eficaz na geração de sínteses, roteiros de estudo, resumos e exercícios aplicados, pode funcionar como uma ferramenta de apoio à elaboração de materiais didáticos claros e bem estruturados. Além disso, rascunhos produzidos pelas IAs podem ser utilizados como ponto de partida para feedback formativo, permitindo que o professor direcione ajustes, reforços conceituais e reestruturações necessárias. Conjugadas, essas práticas contribuem para um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, criterioso e tecnicamente qualificado.

Ao integrar a profundidade técnica do DeepSeek-V3 com a capacidade de organização discursiva e síntese do ChatGPT-4o, o professor passa a dispor de um ecossistema de ferramentas que se complementam e ampliam sua atuação. Além disso, o uso articulado das duas IAs permite criar fluxos de trabalho mais inteligentes, como por exemplo, o professor

pode gerar uma primeira versão tecnicamente aprofundada de um tema no DeepSeek-V3 e, em seguida, utilizar o ChatGPT-4 para transformar esse conteúdo em atividades, resumos, roteiros ou sequências didáticas, assegurando coerência pedagógica e qualidade textual. Esse processo integrado não apenas otimiza o tempo dedicado ao planejamento docente, como também favorece a criação de experiências educacionais mais completas, estimulando o desenvolvimento de competências analíticas, interpretativas e críticas por parte dos estudantes.

Apesar dos bons resultados entregues pelas inteligências artificiais, é fundamental ressaltar que, em todas essas aplicações, a mediação crítica do docente permanece central. Apenas o professor é capaz de validar, contextualizar e problematizar o conteúdo produzido pelas IAs, garantindo, assim, alinhamento científico, coerência didática e pertinência curricular. Assim, o uso integrado de modelos generativos não substitui a atividade docente, mas amplia sua capacidade de atuação, permitindo que o professor concentre esforços nas etapas mais complexas e intelectualmente exigentes do processo pedagógico. Dessa forma, as inteligências artificiais podem ser vistas como instrumentos de apoio das práticas de ensino e formação de profissionais mais preparados para os desafios tecnológicos e operacionais da mineração contemporânea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa entre dois modelos de inteligência artificial generativa pode oferecer subsídios para compreender suas potencialidades e limitações no contexto da Engenharia de Minas. As diferenças observadas entre o ChatGPT-4 e o DeepSeek-V3, especialmente no que se refere à densidade técnica, clareza expositiva e consistência argumentativa, evidenciam que ambos os modelos apresentam contribuições complementares, alinhadas aos propósitos investigativos estabelecidos no estudo. Essas evidências reforçam a relevância da abordagem adotada e confirmam a pertinência metodológica da comparação entre múltiplas ferramentas de IA.

No âmbito do processo de ensino-aprendizagem, observa-se que as inteligências artificiais generativas podem atuar como auxiliares tecnológicos que ampliam os recursos disponíveis ao docente e favorecem a construção de ambientes educacionais mais dinâmicos. Quando incorporadas de maneira crítica, essas ferramentas permitem ao professor otimizar tarefas repetitivas, aprofundar conteúdos complexos, diversificar metodologias e fomentar a autonomia discente.

Apesar dos ganhos identificados, reafirma-se que a mediação docente permanece indispensável. Cabe ao professor validar conceitos, contextualizar aplicações, problematizar respostas e assegurar rigor científico, sobretudo em uma área de alta complexidade técnica como a Engenharia de Minas.

Recomenda-se que estudos futuros ampliem a amostra de docentes, incluam discentes como avaliadores e testem intervenções pedagógicas em situações reais de aprendizagem ao longo de um semestre ou ano letivo. Além disso, investigações que comparem o impacto do uso contínuo de IAs no desempenho discente, no desenvolvimento de competências técnicas e na autonomia intelectual, poderão ajudar a entender melhor as transformações tecnológicas do processo de ensino-aprendizagem do curso de Engenharia de Minas.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA GENERATIVA

Foram utilizadas as ferramentas de inteligência artificial generativa ChatGPT-4 e DeepSeek-V3 na geração das respostas às perguntas sobre conteúdos trabalhados no ensino de Engenharia de Minas e organizados, nesta pesquisa, em dois níveis de complexidade. Nas demais etapas deste trabalho não foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, v. 13, n. 1, p. 25-35, 2020. DOI: https://doi.org/10.1093/cjres/rsz022. Disponível em: https://academic.oup.com/cjres/article-abstract/13/1/25/5680462?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 7 jan. 2026.

AGRAWAL, Ajay; GANS, Joshua; GOLDFARB, Avi. *Prediction machines, updated and expanded:* the simple economics of artificial intelligence. Harvard Business Press, 2022.

CIEB. *Inteligência artificial na educação*. [São Paulo]: CIEB, nov. 2019. (CIEB Notas Técnicas, n. 16). Disponível em: https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB_Nota_Tecnica16_nov_2019_digital.pdf. Acesso em: 13 fev. 2025.

IBM. *Centro Paula Souza e IBM lançam P-Tech em encontro na Capital.* 2018. Disponível em: https://www.cps.sp.gov.br/centro-paula-souza-e-ibm-lancam-p-tech-em-encontro-na-capital/. Acesso em: 13 fev. 2025.

LORENZONI, M. *Geekie:* o caminho para impactar 5 milhões de estudantes. Geekie. 2020. Disponível em: https://www.geekie.com.br/geekie-5-milhoes/. Acesso em: 12 fev. 2025.

LUCKIN, Rosemary; HOLMES, Wayne. *Intelligence unleashed:* an argument for AI in education. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299561597_Intelligence_Unleashed_An_argument_for_AI_in_Education. Acesso em: 7 jan. 2026.

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. *Em defesa da escola: uma questão pública*. Belo horizonte: Autêntica, 2022.

NÓVOA, António Sampaio da. A metamorfose da escola. *Revista Militar*, Lisboa, v. 72, n. 1, p. 33-42, jan. 2020. Disponível em: https://www.revistamilitar.pt/recursos/files/2020/Revista_Militar_Jan_2020.pdf. Acesso em: 13 fev. 2025.

SANTOS, Allan Erlikhman Medeiros; MENDONÇA, Guilherme Alzamora; AMARAL, Talita Káren Magalhães. PROPOSTA DE UM MODELO DE ESTABILIDADE PARA OS REALCES DA MINA DE VAZANTE POR MEIO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. *In:* 15ª Semana de Ciência & Tecnologia 2019-CEFET-MG. 2019.

SICHMAN, Jaime Simão. Inteligência artificial e sociedade: avanços e riscos. *Estudos avançados*, São Paulo, v. 35, p. 37-50, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/c4sqqrthGMS3ngdBhGWtKhh/?format=html&lang=pt. Acesso em: 7 jan. 2026.

Paulo Henrique Santana França

Graduado no curso de Ciência e Tecnologia (2024) e cursando Engenharia de Minas pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), possui experiência prática e teórica em beneficiamento mineral, com ênfase em minério de ferro e ouro. Durante sua trajetória acadêmica, tem atuado em projetos de pesquisa e extensão voltados à mineração, meio ambiente e uso de geotecnologias.

paulo.santana@ufvjm.edu.br

Herbert Souza e Silva

Graduado em Ciências Biológicas (2009) e mestre em Biodiversidade e Uso dos Recursos Naturais (2012) pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), concluiu Engenharia de Minas (2017) pelas Faculdades Integradas Pitágoras (FIPMoc). É professor do curso de Engenharia de Computação no Centro Universitário UNIFIPMoc, atuando também em consultoria ambiental e minerária, em áreas como geoprocessamento e outorga de recursos hídricos.

herbert.silva@afya.com.br

Gerson Ferreira da Silva

Graduado em Engenharia de Minas (2004) e mestre em Engenharia de Minas (2019) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), concluiu o doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (2023) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É professor efetivo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), possuindo também experiência consolidada em mineração.

gerson.ferreira@ufvjm.edu.br

Jônatas Franco Campos da Mata

Graduado em Engenharia de Minas (1994) e doutor em Engenharia de Minas (2022) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), concluiu o mestrado em Ciências e Tecnologia de Radiações, Minerais e Materiais (2016) pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). É professor efetivo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), tendo experiência consolidada em mineração.

jonatas.mata@ufvjm.edu.br

Como citar este documento – ABNT
FRANÇA, Paulo Henrique Santana; SILVA, Herbert Souza e; SILVA, Gerson Ferreira da; MATA, Jônatas Franco Campos da. Inteligência artificial como recurso de apoio pedagógico no ensino de Engenharia de Minas. *Revista Docência do Ensino Superior*, Belo Horizonte, v. 16, e058434, p. 1-26, 2026. DOI: https://doi.org/10.35699/2237-5864.2026.58434.