

---

## **AValiação DO IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ENGENHARIA DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA ENGENHEIROS NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

*Recebido:* 02/12/24 | *Avaliado:* 28/01/25 | *Aceito:* 06/03/25

### **Ludymille Santos Matos**

Bacharela em Engenharia de Energias e Bacharela Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [ludymille@aluno.ufrb.edu.br](mailto:ludymille@aluno.ufrb.edu.br)

### **Kilder Leite Ribeiro**

Doutorado em Astrofísica pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Mestrado em Ciências Técnicas Nucleares pelo departamento de Engenharia Nuclear da UFMG.

Docente do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG.

E-mail: [kilderlr@gmail.com](mailto:kilderlr@gmail.com)

### **Anderson Dourado Sisnando**

Doutorado e Pós-Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia

Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia. Docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: [anderson.dourado@ufrb.edu.br](mailto:anderson.dourado@ufrb.edu.br)

## **RESUMO**

A Inteligência Artificial (IA) está transformando a profissão de engenheiro, impactando as dinâmicas de trabalho, as competências exigidas e os processos de tomada de decisão. Este artigo explora os principais avanços da IA, com foco nas tecnologias de Aprendizado de Máquina (Machine Learning), Aprendizagem Profunda (Deep Learning) e IA Generativa, como o ChatGPT e o DALL-E. Através de uma revisão bibliográfica, foram analisados os desafios e as oportunidades que a IA proporciona aos engenheiros, destacando a automação de tarefas, a otimização de processos e as implicações éticas envolvidas. Conclui-se que, embora a IA traga avanços significativos, é fundamental que os engenheiros continuem a aprimorar suas habilidades e adotem uma abordagem ética e responsável na implementação dessas tecnologias. A integração da IA no cotidiano da engenharia oferece não só soluções inovadoras, mas também impõe a necessidade de adaptação contínua dos profissionais a um ambiente de trabalho em rápida transformação.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Engenharia. Aprendizado de Máquina. Deep Learning. IA Generativa.

## ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is transforming the engineering profession, impacting work dynamics, required skills, and decision-making processes. This article explores the main advances in AI, focusing on Machine Learning, Deep Learning, and Generative AI technologies, such as ChatGPT and DALL-E. Through a literature review, the challenges and opportunities that AI provides to engineers were analyzed, highlighting task automation, process optimization, and the ethical implications involved. It is concluded that, although AI brings significant advances, it is essential that engineers continue to improve their skills and adopt an ethical and responsible approach to the implementation of these technologies. The integration of AI into the daily routine of engineering offers not only innovative solutions, but also imposes the need for professionals to continuously adapt to a rapidly changing work environment.

**Keywords:** Artificial Intelligence. Engineering. Machine Learning. Deep Learning. Generative AI.

## 1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) se destaca como uma das inovações mais impactantes das últimas décadas, revolucionando diversas áreas, incluindo a engenharia. Com o rápido avanço de tecnologias como o Aprendizado de Máquina (Machine Learning) e o Aprendizado Profundo (Deep Learning), a IA está transformando a forma como os engenheiros atuam, criando novos desafios e oportunidades. Ao automatizar processos, otimizar a análise de dados e oferecer soluções inovadoras, a IA está alterando de maneira significativa as habilidades e competências demandadas desses profissionais.

A IA é o resultado de décadas de pesquisas e avanços realizados por diversos cientistas. Sua história remonta ao século XX, com contribuições fundamentais de pioneiros como Alan Turing, John McCarthy e Marvin Minsky. No entanto, a IA é um campo em constante evolução, marcado por muitas outras inovações de indivíduos e organizações ao longo do tempo (RUSSELL, 2010).

Alan Turing desenvolveu a “Máquina de Turing”, um modelo abstrato de cálculo que se tornou essencial para a teoria da computação e para a inteligência artificial (BRANDÃO, 2017). John McCarthy, por sua vez, é reconhecido pela criação da linguagem de programação LISP, uma das primeiras utilizadas em programação de IA. Ele também foi responsável por cunhar o termo “inteligência artificial” e liderou a histórica “Conferência de Dartmouth” em 1956, um evento crucial no desenvolvimento da IA (COZMAN, 2021). Marvin Minsky, explorou as limitações das redes neurais simples, o que inicialmente reduziu o entusiasmo em torno dessa tecnologia. No entanto, seu trabalho permitiu uma compreensão mais aprofundada das redes neurais artificiais, que ressurgiram décadas depois com o avanço do aprendizado profundo, conhecido como Deep Learning (COZMAN, 2021).

A engenharia é uma das áreas que está passando por uma revolução significativa, com os engenheiros desempenhando papéis essenciais no desenvolvimento e na inovação de produtos, infraestruturas e tecnologias. No entanto, a crescente adoção e aplicação da inteligência artificial está transformando a maneira tradicional de se praticar a engenharia, gerando reflexões e preocupações sobre o futuro da profissão e como ela se adaptará a essas mudanças.

A inteligência artificial tem um impacto significativo no emprego global. Embora a IA tenha o potencial de automatizar tarefas repetitivas e melhorar a eficiência em várias áreas, também é verdade que muitas funções podem ser substituídas por máquinas e algoritmos inteligentes. Isso pode levar à perda de empregos em algumas áreas, mas também criar novas

oportunidades de emprego nos setores de tecnologia e IA, como desenvolvimento de software e engenharia de dados (Rickardo, 2023).

O problema central abordado neste artigo é compreender como a ascensão da IA impacta a prática da engenharia, particularmente no que diz respeito às mudanças nas demandas do mercado de trabalho e à adaptação dos engenheiros a essas novas tecnologias. Com o aumento da automação e a capacidade de sistemas inteligentes em desempenhar tarefas complexas, os engenheiros enfrentam o desafio de manter-se relevantes em um ambiente de trabalho em rápida transformação.

O objetivo desta pesquisa é explorar a Inteligência Artificial (IA) e suas diversas aplicações, com foco específico em investigar os impactos da Revolução da IA no mercado de trabalho, especialmente na profissão de engenheiro. Busca-se compreender de que maneira a IA, tanto em suas formas generativas quanto não generativas, pode influenciar a engenharia, identificando os desafios e as oportunidades que surgem à medida que a IA se torna cada vez mais relevante nesse cenário.

Este estudo é justificado pela necessidade de explorar como a IA está impactando o papel do engenheiro, identificando os desafios que surgem da automação e das novas ferramentas, bem como as oportunidades de inovação e crescimento. Além disso, ao antecipar essas mudanças, a pesquisa pode oferecer *insights* valiosos para a formação de engenheiros e a adaptação de práticas profissionais, permitindo que a profissão se mantenha relevante e competitiva em um cenário em rápida evolução tecnológica.

O artigo está dividido em seções que começam com a metodologia utilizada para conduzir a pesquisa, seguida pela revisão do referencial teórico sobre a IA e suas principais ramificações tecnológicas. Na sequência, são discutidos os resultados, com ênfase nas implicações práticas da IA na engenharia, e, por fim, a conclusão aborda as perspectivas futuras para a profissão diante dessas transformações.

## 2 METODOLOGIA

Neste estudo, foi adotada uma abordagem de pesquisa qualitativa e exploratória, com ênfase na revisão bibliográfica. O objetivo principal é examinar a Revolução da Inteligência Artificial e seus impactos no mercado de trabalho, com foco específico na profissão de engenheiro.

Para alcançar esses objetivos, foram selecionadas bases de dados acadêmicas e bibliotecas digitais relevantes, como Google Scholar, CAPES Periódico e outras fontes

confiáveis. Essa escolha possibilita o acesso a uma ampla gama de artigos científicos, teses, dissertações e publicações relacionadas ao tema da Revolução da Inteligência Artificial e seu impacto na engenharia.

Definimos palavras-chave abrangentes e específicas, como “Inteligência Artificial”, “Engenharia”, “Mercado de Trabalho”, “Impacto da IA”, “Desafios”, “Perspectivas”, “Generativa”, “Machine Learning”, “Deep Learning”, entre outras. Essas palavras-chave foram utilizadas para realizar pesquisas sistemáticas nas bases de dados, restringindo os resultados a publicações relevantes dos últimos anos que tratam do impacto da IA na engenharia.

A análise inicial incluiu a revisão dos títulos e resumos das publicações encontradas, a fim de avaliar sua relevância e alinhamento com os objetivos do estudo. Foram selecionados aqueles que oferecem insights significativos sobre a Revolução da Inteligência Artificial no mercado de trabalho, com ênfase na profissão de engenheiro. A qualidade das fontes também foi priorizada, dando preferência a publicações em periódicos científicos revisados por pares e conferências de renome.

A revisão da literatura está estruturada em três seções temáticas: “Evolução da Inteligência Artificial e suas Aplicações”, “Impacto da IA no Mercado de Trabalho” e “Desafios e Perspectivas para Engenheiros”. Cada seção aborda aspectos específicos do tema e destaca as contribuições de diferentes autores.

Os dados coletados durante as consultas foram submetidos a uma análise qualitativa, na qual foram identificadas tendências, padrões e insights relevantes sobre a compreensão e o uso da Inteligência Artificial, tanto generativa quanto não generativa, na prática cotidiana dos engenheiros.

Adicionalmente, foi realizada uma análise de como as informações coletadas na revisão da literatura se relacionam com os objetivos da pesquisa. Essa análise envolveu a comparação das perspectivas dos autores com os desafios enfrentados pelos engenheiros e as expectativas para o futuro, avaliando as nuances do impacto da IA na profissão.

Na conclusão da revisão bibliográfica, foram resumidos os principais insights obtidos, ressaltando as interconexões entre a IA, a engenharia e o mercado de trabalho, preparando o terreno para a análise e discussão nos capítulos subsequentes.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

Há mais de um ponto de vista quando se trata da definição de inteligência artificial, sendo essas definições amplamente discutidas por seus pesquisadores. Russell (2010) apresentou alguns desses pontos de vista, destacando que a IA pode ser classificada com base em duas abordagens: pensar ou agir, seja de forma humana ou racional e esses pontos de vistas estão destacados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Definição do que é Inteligência artificial segundo pesquisadores que as definem no quesito “pensar”

Pensando como humano	Pensando racionalmente
“O novo e emocionante esforço para fazer os computadores pensarem... máquinas com mentes, no sentido pleno e literal” (Haugland, 1985).	“O estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais” (Charniak e McDermott, 1985).
“[A automação de] atividades que nós associamos ao pensamento humano, atividades como tomada de decisões, resolução de problemas, aprendizagem...” (Bellman, 1978).	“É o estudo computacional que torna possível perceber, raciocinar e agir” (Winston, 1992).

Fonte: RUSSELL, 2010.

Tabela 2 - Definição do que é Inteligência artificial segundo pesquisadores que as definem no quesito “Agir”

Agindo humanamente	Agindo racionalmente
“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando realizado por pessoas” (KURZWEIL, 1990).	“Inteligência Computacional é o estudo do design de agentes inteligentes” (POOL <i>et al.</i> , 1998).
“O estudo de como fazer os computadores funcionarem coisas em que, neste momento, as pessoas estão melhorar” (RICO; CAVALEIRO, 1991).	“IA... está preocupado com o comportamento inteligente em artefatos” (NILSSON, 1998).

Fonte: RUSSELL, 2010.

De acordo com Russell (2010), Bellman (1978) definiu a IA como um conjunto de atividades desenvolvidas por sistemas automatizados que se assemelham às atividades humanas. Seguindo essa linha, Haugeland (1998) sugeriu que a IA envolve a criação de computadores que possam pensar de maneira semelhante ao ser humano. Em contraste, outros

pontos de vista, como os de Pool *et al.* (1998), veem a IA como o desenvolvimento de agentes inteligentes, enquanto Nilsson (1998) foca no comportamento inteligente de sistemas artificiais criados pelo homem (RUSSELL, 2010).

### 3.2 APRENDIZADO DE MÁQUINA (MACHINE LEARNING)

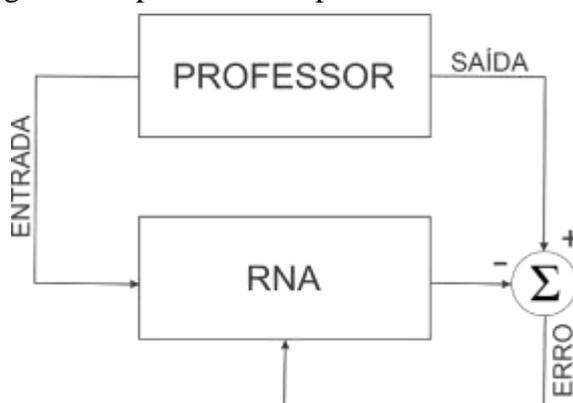
O aprendizado de máquina (Machine Learning - ML) é uma tecnologia essencial na era atual, destacando-se como a mais significativa entre as tecnologias de uso geral. ML permite que máquinas aprimorem seu desempenho de forma contínua sem a necessidade de instruções humanas detalhadas. Nos últimos anos, essa tecnologia evoluiu significativamente, possibilitando a criação de sistemas que aprendem e executam tarefas de maneira autônoma (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2017).

Nas últimas décadas, o campo do Aprendizado de Máquina avançou significativamente, especialmente em relação a algoritmos mais sofisticados e técnicas de pré-processamento eficientes. Uma das principais inovações foi o desenvolvimento das Redes Neurais Artificiais (JANIESCH *et al.*, 2021).

Brynjolfsson e McAfee (2017) identificam três categorias principais de Aprendizado de Máquina: Aprendizado Supervisionado, Aprendizado Não Supervisionado e Aprendizado por Reforço.

Braga (2000) explica que o aprendizado supervisionado é amplamente utilizado no treinamento de redes neurais. Nesse método, tanto os dados de entrada quanto as saídas desejadas são fornecidos por um supervisor externo, com o objetivo de ajustar os parâmetros da rede para estabelecer uma relação entre os dois conjuntos de dados. Este tipo de aprendizado está representado na Figura 1.

Figura 1 - Aprendizado supervisionado



Fonte: Adaptado de Braga, 2000.

Já o aprendizado não supervisionado, a rede neural não recebe instruções externas, sendo apresentada apenas aos dados de entrada. A rede aprende a identificar padrões por conta própria, organizando e agrupando informações naturalmente, como ao reconhecer rostos familiares em uma multidão, detectando regularidades nos dados e criando suas próprias categorias, assim como representado na Figura 2 (BRAGA, 2000).

Figura 2 - Aprendizado não supervisionado



Fonte: Adaptado de Braga, 2000.

O Aprendizado por Reforço baseia-se na ideia de que, se uma ação leva a resultados positivos ou melhora uma situação, a probabilidade de repetir essa ação aumenta, fortalecendo-a. Nesse processo, as ações são escolhidas levando em conta as informações sobre os estados que podem ser alcançados, envolvendo a noção de controle com feedback, semelhante ao aprendizado pela experiência (FARIA; ROMERO, 2002).

### 3.3 APRENDIZAGEM PROFUNDA (DEEP LEARNING)

A principal diferença entre o Aprendizado de Máquina tradicional e a Aprendizagem Profunda está na capacidade desta última de lidar com grandes volumes de dados. Enquanto os sistemas convencionais de ML alcançam um limite de melhoria com o aumento dos dados, as redes neurais profundas continuam aprimorando suas previsões à medida que mais dados são incorporados. No entanto, esse processo exige recursos de processamento significativos, muitas vezes requerendo supercomputadores ou arquiteturas especializadas (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2017).

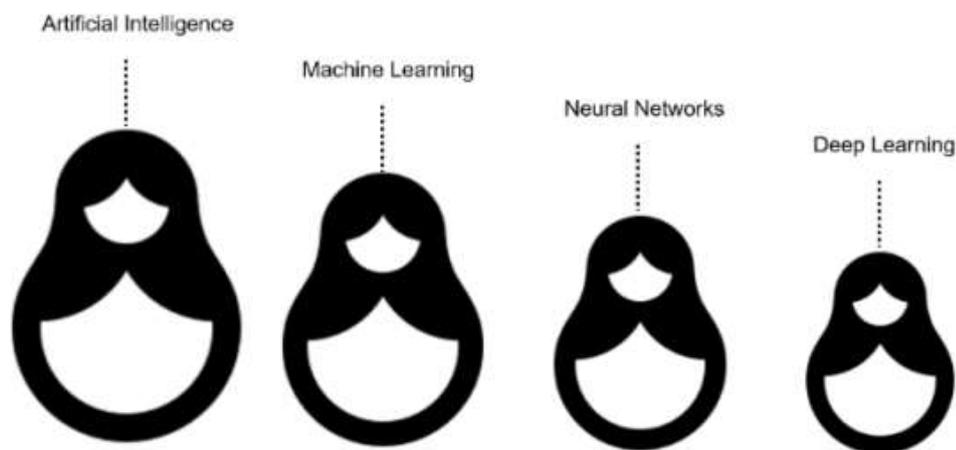
Avanços recentes na Aprendizagem Profunda (Deep Learning) possibilitaram o processamento simultâneo de diferentes tipos de dados, conhecido como aprendizado intermodal. Isso é especialmente útil em aplicações como comércio eletrônico, onde produtos são representados por imagens, descrições e metadados. Após aprender essas representações, o sistema pode melhorar tarefas como recuperação de informações, recomendações e detecção de fraudes (BASTAN *et al.*, 2020).

### 3.4 REDES NEURAIS

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são representações matemáticas de unidades de processamento interconectadas, conhecidas como neurônios artificiais. Semelhante às sinapses no cérebro humano, cada conexão entre neurônios transmite sinais cuja intensidade pode ser ajustada por um peso, adaptado durante o aprendizado. Esses sinais são processados pelos neurônios seguintes somente se ultrapassarem um determinado limiar, estabelecido por uma função de ativação específica (JANIESCH *et al.*, 2021). Em resumo, assim como o cérebro humano, as RNAs têm a capacidade de aprender e tomar decisões com base em seu aprendizado, funcionando como um modelo que armazena conhecimento adquirido e o aplica na tarefa para a qual foram projetadas (SPÖRL *et al.*, 2011).

Segundo Penha e Henrique (2023), o desenvolvimento das redes neurais está intrinsecamente ligado ao aprendizado de máquina, culminando no surgimento do Deep Learning, que se baseia nessas redes. A Figura 3 apresentada em seu trabalho ilustra essa conexão de maneira visual, demonstrando como técnicas, métodos e novas abordagens de aprendizado emergem umas das outras, semelhante ao conceito das bonecas russas "Matryoshka", onde cada uma se encaixa dentro de outra. Essa analogia facilita a compreensão de como descobertas na área impulsionam avanços subsequentes, criando uma cadeia interligada de "camadas" de conhecimento e inovação.

Figura 3 - Ilustração dos avanços da Inteligência Artificial de acordo com as bonecas "Matryoshka"



Fonte: PENHA; HENRIQUE, 2023.

### 3.5 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

As inteligências artificiais generativas têm a capacidade de criar informações inéditas a partir de conjuntos de dados existentes. Elas são treinadas com extensas coleções de dados para compreender a estrutura subjacente dessas informações. Com essa compreensão, tornam-se capazes de gerar novos dados que, embora semelhantes aos dados de treinamento, podem apresentar singularidade e originalidade (SPADINI, 2023).

Spadini (2023) também menciona as Redes Neurais Generativas Adversativas, conhecidas como GANs (Generative Adversarial Networks), que se destacam pela sua capacidade de aprendizado e geração de novos dados. Essas redes funcionam por meio de duas redes neurais distintas: a rede geradora, que cria novos dados, e a rede discriminadora, que avalia a qualidade dos dados gerados, operando em um ciclo de feedback entre si.

Esse tipo de Inteligência artificial dá possibilidades de criação virtualmente infinitas, abrangendo a capacidade de gerar imagens, músicas e até mesmo textos completamente inéditos. Alguns exemplos de IAs Generativas disponíveis na internet são o ChatGpt, ChatPDF e Supernormal (MOURA; BRAGA, 2023).

A IA Generativa pode ser aplicada em diversas áreas, como a melhoria da qualidade de imagens digitais, a composição de novas músicas a partir de notas existentes, a previsão de resultados de testes clínicos na saúde, a identificação de padrões em exames médicos e o auxílio no diagnóstico de doenças. Além disso, na área de computação, pode ser utilizada para gerar código a partir de instruções de texto (MOURA; BRAGA, 2023).

As tecnologias de inteligência artificial generativa baseadas em modelos de linguagem são altamente demandadas por grandes empresas de tecnologia. A OpenAI, uma organização sem fins lucrativos com a Microsoft como um de seus principais investidores, é responsável pelos sistemas GPT-3 e GPT-4 para processamento de texto, DALL-E para geração de imagens e WHISPER para transcrição de voz. Empresas como o Google também estão desenvolvendo projetos semelhantes, incluindo BERT, BARD e LaMDA. Além disso, a META/Facebook criou o OPT-175B e o BlenderBot. Outro exemplo é a comunidade online Discord, que hospeda o Midjourney, uma ferramenta que converte texto em imagens (MOURA; BRAGA, 2023).

À medida que essas tecnologias avançam, surgem diversas questões importantes. Uma delas é o risco de gerar conteúdos confidenciais sobre os usuários, especialmente quando faltam mecanismos de proteção robustos. Além disso, há limitações, como a capacidade restrita de criar conteúdo verdadeiramente original. Modelos de IA podem também fornecer informações imprecisas e enfrentar dificuldades em responder a perguntas técnicas, especialmente em áreas

como as ciências exatas. Essas considerações reforçam que, embora as ferramentas de IA sejam extremamente úteis, ainda não podem substituir totalmente a análise crítica e a intervenção humana na avaliação das respostas geradas (PARETO, 2023).

### 3.6 IMPACTOS DA IA NA EMPREGABILIDADE

Com a revolução tecnológica, testemunhamos diariamente mudanças e substituições de atividades que antes eram realizadas por humanos, agora sendo executadas por serviços automatizados. Segundo West (2018), executivos de restaurantes estão optando pela automatização na recepção de pedidos, permitindo que os próprios clientes façam seus pedidos por meio de tablets e de forma digital, em vez de depender de garçons humanos.

A conectividade e a capacidade de atualização são duas características não humanas particularmente relevantes da IA. Quando combinadas com habilidades que eram exclusivamente humanas, essas características têm o potencial de revolucionar o mercado de trabalho de forma qualitativa, e não apenas quantitativa (HARARI, 2018).

Segundo Harari (2018), um exemplo comum da aplicação da IA para substituir profissões antes exercidas por humanos é a dos motoristas, pois é muito mais fácil atualizar as regras de trânsito em todos os veículos autônomos simultaneamente, caso haja alterações. Harari também menciona que os veículos autônomos podem oferecer serviços de transporte significativamente melhores e reduzir a taxa de mortalidade decorrente de acidentes de trânsito.

A IA tem o potencial de revolucionar a área da saúde, proporcionando serviços aprimorados. Médicos virtuais podem se atualizar sobre novas doenças e medicamentos por meio de simples atualizações, beneficiando especialmente bilhões de pessoas sem acesso a esses serviços, permitindo que elas recebam cuidados de saúde e segundas opiniões médicas de forma rápida e eficiente através de dispositivos acessíveis (HARARI, 2018).

De acordo com Harari (2018), no passado, quando alguém perdia o emprego para um sistema automatizado, era relativamente fácil se reinserir no mercado de trabalho com um treinamento básico para adaptar-se a uma nova função. No entanto, ele prevê que essa adaptação se tornará significativamente mais desafiadora no futuro, caso as pessoas percam seus empregos para robôs, pois as habilidades e competências necessárias para colaborar com a Inteligência Artificial e a automação serão consideravelmente mais exigentes.

A Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, caracteriza-se por sua velocidade e amplitude nas mudanças que provoca. Diferente das revoluções industriais anteriores, suas transformações ocorrem de forma acelerada, exigindo que indivíduos e organizações se

adaptem rapidamente. Além disso, essa revolução impacta não apenas setores econômicos específicos, mas também transforma profundamente a maneira como as pessoas interagem e se relacionam, moldando as dinâmicas sociais de forma significativa (RICKARDO, 2023).

Conforme destacado por Lima de Santana *et al.* (2024), a tecnologia 5G permite novas aplicações e modelos de negócios, possibilitando a integração de dispositivos conectados e o processamento eficiente de grandes volumes de dados, o que é fundamental para a adoção de soluções baseadas em IA em áreas como engenharia de telecomunicações, automação industrial e cidades inteligentes

O surgimento da COVID-19, aliado ao avanço acelerado da inteligência artificial (IA), redefiniu os processos de trabalho nos últimos anos, exigindo uma reavaliação profunda das competências de empregabilidade. A habilidade de adaptar-se rapidamente a novas situações e de resolver problemas de maneira criativa tornou-se crucial para o sucesso no cenário dinâmico da "nova normalidade", amplamente influenciado pela IA (SOHAEE, 2023).

Conforme apontado no estudo de Lima de Santana *et al.* (2024), a implementação dessa nova geração de redes ainda enfrenta barreiras, especialmente em países em desenvolvimento, devido aos altos custos e à necessidade de regulamentação específica. Ainda assim, o 5G tem se mostrado um facilitador da transformação digital, criando novas oportunidades para engenheiros desenvolverem soluções inovadoras em diversos segmentos, desde a automação de processos industriais até a aplicação de sistemas inteligentes em mobilidade urbana e saúde.

Conforme a inteligência artificial avança, transformando indústrias e ambientes de trabalho, os engenheiros se deparam com um cenário de competências em constante evolução, essenciais para sua empregabilidade. Um dos principais desafios é a crescente lacuna de habilidades, especialmente em áreas como aprendizado de máquina, análise de dados e desenvolvimento de algoritmos, nas quais muitos engenheiros ainda apresentam deficiências, à medida que a IA assume um papel cada vez mais central na engenharia (BENRIYENE *et al.*, 2023)

A IA assume tarefas repetitivas, permitindo que os humanos se concentrem na geração de novas ideias, produtos e serviços, o que ressalta a importância da criatividade e da inovação no ambiente de trabalho contemporâneo (SOHAEE, 2023).

#### **4 ANÁLISE DOS DADOS**

A partir da revisão da literatura e dos dados coletados, observa-se que a IA está transformando profundamente o mercado de trabalho e isso inclui para os engenheiros. Setores

tradicionais da engenharia, como a automação e o design de sistemas complexos, estão sendo aprimorados por IA, especialmente em áreas que exigem processamento massivo de dados e otimização de sistemas. Essa automação, embora reduza a necessidade de tarefas repetitivas, aumenta a demanda por engenheiros com habilidades avançadas em ciência de dados, aprendizado de máquina e programação.

A crescente adoção da IA na engenharia demanda uma força de trabalho com novas competências, incluindo o entendimento do aprendizado profundo e da análise de grandes volumes de dados (JANIESCH *et al.*, 2021). Um dos principais desafios identificados é a necessidade de atualização constante das habilidades dos engenheiros. À medida que a IA se integra a sistemas de engenharia, espera-se que profissionais compreendam tanto os fundamentos de IA quanto as implicações éticas e operacionais de sua aplicação. Além disso, engenheiros estão sendo desafiados a trabalhar em colaboração com sistemas inteligentes, o que requer uma compreensão mais profunda de como algoritmos de IA tomam decisões e podem ser utilizados em processos de otimização.

O artigo de Haenlein e Kaplan (2019), destaca que a IA está transformando não apenas a maneira como as empresas tomam decisões, mas também impactando a forma como os funcionários e clientes interagem com essas empresas. Tarefas cognitivas, antes realizadas por humanos, estão sendo substituídas por sistemas de IA, enquanto as tarefas relacionadas a emoções e interações humanas estão se tornando mais centrais para os trabalhadores. Assim, a IA pode redefinir as funções no mercado de trabalho, exigindo que os funcionários se adaptem às mudanças nas funções e habilidades necessárias

A inteligência artificial tem mostrado um grande potencial para transformar funções tradicionais, exigindo que os engenheiros adquiram novas habilidades e ferramentas para se manterem relevantes no mercado de trabalho (HAENLEIN; KAPLAN, 2019). Esse processo está remodelando o futuro da engenharia, com a possibilidade de redução de algumas funções convencionais. No entanto, a emergência de novas funções voltadas para o desenvolvimento, monitoramento e aprimoramento de sistemas de IA indica uma reconfiguração do papel do engenheiro, que passará a atuar como criador e supervisor de sistemas inteligentes. Essa transição não só ampliará as responsabilidades dos engenheiros, mas também destacará a importância da colaboração entre humanos e máquinas em ambientes de trabalho cada vez mais automatizados.

O estudo de Lengua-Cantero *et al.* (2024) destaca que a IA tem o potencial de automatizar uma série de tarefas anteriormente realizadas por humanos, especialmente em áreas com processos repetitivos e previsíveis. Isso pode levar a uma diminuição nas oportunidades

de emprego em certas áreas, mas também à criação de novas funções, especialmente em setores de tecnologia e desenvolvimento de IA. A pesquisa sugere que, com a IA, a demanda por novas competências é crescente. Trabalhadores precisarão adquirir habilidades em áreas como análise de dados, programação e gestão de IA. Isso reflete uma mudança nas qualificações exigidas para manter a empregabilidade, reforçando a necessidade de adaptação contínua dos profissionais às novas tecnologias

A IA está alterando as estruturas de tomada de decisão dentro das organizações. Haenlein e Kaplan (2019) sugerem que, à medida que as empresas adotam IA para tarefas analíticas, surge a necessidade de decisões híbridas, onde humanos e IA trabalham em conjunto. Isso cria um novo modelo de tomada de decisão que deve equilibrar a rapidez e precisão da IA com a necessidade de interpretabilidade e replicabilidade humana.

Embora a automação impulsionada pela IA melhore a eficiência, também traz desafios significativos. Funções que dependem exclusivamente de tarefas mecânicas ou de processamento de informações estão mais suscetíveis à substituição, enquanto funções que envolvem habilidades humanas mais complexas, como a comunicação e a empatia, podem se tornar ainda mais valorizadas (LENGUA-CATERO, 2024).

Segundo o artigo de Sohaee (2024), o sucesso pessoal e profissional está fortemente relacionado à inteligência emocional (IE), definida como a capacidade de gerenciar as próprias emoções e as dos outros. Em um ambiente de trabalho pós-pandemia influenciado pela IA, habilidades como empatia, motivação, autorregulação e resolução de conflitos são fundamentais. À medida que a IA automatiza tarefas técnicas, a inteligência emocional se torna um diferencial essencial no mercado de trabalho. Habilidades interpessoais e de gerenciamento emocional são cada vez mais valorizadas, especialmente em funções que exigem interação humana e colaboração. O desenvolvimento da IE será crucial para manter a relevância dos profissionais em um cenário de crescente automação.

Sohaee (2024) também enfatiza que o pensamento crítico é a base de um líder, permitindo que ele analise dados, avalie situações complexas e tome decisões informadas. Essa competência guia os líderes em tempos de incerteza, ajudando a enfrentar desafios e a inspirar soluções inovadoras. No ambiente corporativo influenciado pela IA, o pensamento crítico continua sendo uma habilidade essencial para a liderança. Mesmo com a automação de tarefas analíticas, a capacidade humana de interpretar dados de forma estratégica e tomar decisões complexas é insubstituível. Líderes que dominam o pensamento crítico são capazes de gerir equipes de maneira eficaz, promovendo inovação e motivação em um mundo cada vez mais digitalizado.

A capacidade de adaptação rápida a novas circunstâncias e a resolução criativa de problemas tornaram-se componentes essenciais para o sucesso no cenário em constante transformação da “nova normalidade” e no ambiente de trabalho impulsionado pela IA.

Haenlein e Kaplan (2019) também discutem os desafios regulatórios associados ao uso crescente da IA, especialmente no que diz respeito a sua possível parcialidade, amplificada por dados de entrada enviesados. A recomendação dos autores é que a regulamentação se concentre no desenvolvimento de requisitos comuns para o treinamento e teste de algoritmos de IA, semelhante aos protocolos de teste de segurança usados para produtos físicos. No futuro, à medida que a IA se torna parte da vida cotidiana, o artigo ressalta a importância de uma regulamentação que aborde questões éticas e legais associadas à automação, incluindo o impacto no emprego e na privacidade dos dados. Isso sugere que a transição para uma economia fortemente automatizada exigirá uma regulação clara e internacionalmente coordenada para mitigar possíveis desigualdades e abusos.

Um dos principais benefícios do uso da inteligência artificial na engenharia é a capacidade de promover maior sustentabilidade e eficiência nos processos, otimizando recursos e reduzindo desperdícios. Essa aplicação é especialmente significativa em setores como a engenharia de energia, onde a previsão de demandas energéticas e a otimização de processos podem ser automatizadas por sistemas de IA. A inteligência artificial tem o potencial de “oferecer soluções mais eficientes e sustentáveis para diversos desafios industriais, como o gerenciamento de energia e a alocação de recursos” (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2017). Com isso, a IA não apenas melhora a performance operacional, mas também contribui para a construção de um futuro mais sustentável.

## 5 RESULTADOS, LIMITAÇÕES E TENDÊNCIAS FUTURAS

Diante das transformações tecnológicas impulsionadas pela inteligência artificial (IA), engenheiros são cada vez mais desafiados a expandir suas competências e a adaptar-se a um mercado de trabalho em constante evolução. A seguir, são apresentadas estratégias práticas que auxiliam na construção de um perfil profissional atualizado, capaz de lidar com as demandas técnicas e interpessoais exigidas pela nova era digital:

Cursos e Certificações em Inteligência Artificial e Ciência de Dados: A formação técnica é essencial para o desenvolvimento de habilidades em IA. Plataformas de ensino, como Coursera, edX, Udacity e DataCamp, oferecem cursos especializados em aprendizado de máquina, deep learning, ciência de dados e programação em linguagens como Python e R.

Certificações de empresas como Google, Microsoft e IBM são reconhecidas pelo mercado e contribuem para a construção de um currículo competitivo.

**Formação em Soft Skills e Inteligência Emocional:** Com a crescente automação de tarefas técnicas, habilidades interpessoais tornaram-se diferenciais valiosos. Programas voltados para a inteligência emocional, liderança e resolução de conflitos, como os oferecidos pelo LinkedIn Learning e Dale Carnegie, preparam os engenheiros para lidar com ambientes colaborativos, promover empatia e motivação e desenvolver a flexibilidade necessária para enfrentar desafios.

**Participação em Workshops, Conferências e Comunidades Técnicas:** Acompanhamento das últimas inovações em IA e engenharia por meio de eventos, workshops e conferências, como as promovidas pela IEEE e eventos de tecnologia global, proporciona uma visão prática e atualizada do mercado. Participar de comunidades e fóruns como GitHub, Kaggle e Reddit também facilita o networking e a troca de conhecimentos com outros profissionais.

**Aprimoramento em Ferramentas de Análise de Dados e Visualização:** A compreensão e interpretação de dados são centrais para a atuação com IA. Ferramentas de análise como Tableau, Power BI e conhecimentos em SQL são cada vez mais requisitados. Capacitações nessas áreas auxiliam no desenvolvimento de análises robustas e de fácil compreensão, fundamentais para o processo de tomada de decisão.

**Prática de Autoaprendizagem e Atualização Contínua:** A leitura de artigos científicos, livros e estudos de caso sobre IA e engenharia aplicada, assim como a participação em cursos online periódicos, permite que engenheiros acompanhem as rápidas mudanças no campo tecnológico. Estar em contato com novidades e desenvolvimentos tecnológicos fortalece o senso crítico e prepara o profissional para responder com agilidade aos avanços do setor.

Ao adotar essas estratégias, engenheiros desenvolvem um perfil híbrido, que equilibra conhecimentos técnicos com habilidades interpessoais, e estão mais bem preparados para atuar em um ambiente de trabalho colaborativo, digitalmente avançado e orientado pela IA. Este processo contínuo de aprimoramento não apenas fortalece a competitividade do engenheiro no mercado, mas também posiciona o profissional como um líder no uso ético e inovador da tecnologia.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Inteligência Artificial (IA) está redefinindo a engenharia, promovendo uma transformação profunda e impactante na prática da profissão. Com tecnologias avançadas,

como aprendizado de máquina, deep learning e IA generativa, os processos estão se tornando mais automatizados e eficientes, possibilitando uma análise mais ágil e precisa de dados e uma otimização de sistemas complexos. Esses avanços atendem aos desafios da engenharia moderna ao reduzir tarefas repetitivas e liberar tempo e recursos para que os engenheiros se concentrem em atividades mais estratégicas e criativas. No entanto, essa automação exige uma nova abordagem dos profissionais, que precisam se adaptar às rápidas mudanças do mercado e se manter atualizados com habilidades técnicas avançadas, como programação, ciência de dados e desenvolvimento de algoritmos.

A formação do engenheiro moderno vai muito além das competências técnicas. Para atuar em um ambiente de trabalho que valoriza tanto a inovação quanto a interação com tecnologias avançadas, habilidades interpessoais e inteligência emocional são cada vez mais requisitadas. Em um contexto onde a colaboração com sistemas inteligentes é essencial, a capacidade de interpretação crítica e de resolução de problemas complexos torna-se um diferencial competitivo. Desenvolver um perfil que equilibre conhecimento técnico e soft skills, como empatia, adaptabilidade e pensamento estratégico, é essencial para que o engenheiro não apenas sobreviva, mas prospere em um mercado que demanda alta flexibilidade e aprendizado contínuo.

Estratégias práticas para desenvolver essas novas competências estão ao alcance dos profissionais que desejam estar à frente no mercado de trabalho. Cursos especializados em IA e ciência de dados, certificações reconhecidas internacionalmente e participação em workshops e conferências de inovação oferecem um caminho claro para a capacitação. Essas atividades, combinadas com iniciativas voltadas para o desenvolvimento de habilidades interpessoais, como cursos de inteligência emocional e liderança, formam uma base sólida de competências que permite ao engenheiro atuar de forma ética e responsável com sistemas inteligentes. A prática constante de aprendizado e autoformação, por meio da leitura de artigos especializados e da interação com comunidades técnicas, também contribui para essa adaptação.

As implicações éticas e legais do uso de IA são um aspecto crítico dessa transformação. Com a crescente dependência de dados e algoritmos, a regulamentação da IA é essencial para garantir segurança, transparência e privacidade. As diretrizes precisam acompanhar o desenvolvimento da tecnologia, promovendo um ambiente de inovação que respeite a individualidade e os direitos dos usuários. Assim, além de se qualificarem tecnicamente, os engenheiros devem ser preparados para tomar decisões informadas e responsáveis, assegurando que a aplicação da IA siga padrões éticos e beneficie a sociedade como um todo.

A IA, portanto, não apenas redefine a prática da engenharia, mas também eleva o papel dos engenheiros como agentes de transformação em uma era digital. Ao se comprometerem com o desenvolvimento contínuo e a aplicação ética da IA, esses profissionais tornam-se protagonistas de um cenário onde a tecnologia e a sustentabilidade se unem para criar soluções inovadoras que impulsionam a eficiência e contribuem para um futuro mais sustentável. Dessa forma, a IA permite uma reconfiguração estratégica da engenharia, e os engenheiros que adotam essas mudanças com uma postura ética e prática estão capacitados para liderar essa evolução com responsabilidade e visão de futuro.

A inclusão de estratégias concretas para a adaptação dos engenheiros à revolução da inteligência artificial aprofunda a orientação prática para que esses profissionais se preparem de forma eficaz para as novas exigências do mercado. Recomendações específicas de cursos, certificações e desenvolvimento de soft skills oferecem um caminho claro e acessível para que os engenheiros se mantenham atualizados e competitivos, abrangendo tanto as competências técnicas quanto as interpessoais agora essenciais. Mais que uma análise dos impactos da IA, essa abordagem funciona como um guia de desenvolvimento profissional, apoiando a transição dos engenheiros para um ambiente de trabalho colaborativo e digitalmente avançado. Ao alinhar habilidades técnicas e emocionais, essa preparação prática fortalece o papel dos engenheiros como protagonistas na era da IA, capacitando-os não apenas para se adaptarem, mas para liderarem a integração ética e inovadora da tecnologia em suas atividades diárias.

## REFERÊNCIAS

BASTAN, Muhammet; RAMISA, Arnau; TEK, Mehmet. **Cross-modal fashion product search with transformer-based Embeddings**. CVPR Worksh, v. 1, 2020.

BRAGA, Antônio de Pádua; LUDERMIR, Teresa Bernarda; CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. 2000.

BRANDÃO, Pedro. **Alan Turing: da necessidade do cálculo, a máquina de Turing até à computação**. Revista de Ciências da Computação, p. 73-88, 2017.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, ANDREW. Artificial intelligence, for real. **Harvard business review**, v. 1, p. 1-31, 2017.

BENRIYENE, Salwa; ISMAILI, Bahia Alaoui; BAKKALI, Soumia. Artificial Intelligence and Employability: A Literature Review of Engineer's Competencies. *In: International Conference on Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 215-224.

COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo. **Inteligência Artificial**. 2021.

FARIA, Gedson; ROMERO, Roseli A. Francelin. Navegação de robôs móveis utilizando aprendizado por reforço e lógica fuzzy. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica**, v. 13, p. 219-230, 2002.

HAENLEIN, Michael; KAPLAN, Andreas. A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. **California management review**, v. 61, n. 4, p. 5-14, 2019.

HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

JANIESCH, Christian; ZSCHECH, Patrick; HEINRICH, Kai. Machine learning and deep learning. **Electronic Markets**, v. 31, n. 3, p. 685-695, 2021.

LENGUA-CANTERO, Claudia; CARO-PIÑERES, Manuel; PÉREZ, Jairo Montero. Exploring the Relationship Between Artificial Intelligence, Autonomous Learning, and Skills Required for Success in The 21st Century. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. e07492-e07492, 2024.

LIMA DE SANTANA, W., SISNANDO, A. Dourado, RIBEIRO, K. Leite, MANIÇOBA, R. Hebraico Cipriano; SANTOS, A. Ferreira dos (2024). Historicidade da Rede 5g (Quinta Geração): Aplicações E Desafios. **Scientia: Revista Científica Multidisciplinar**, v. 9, n. 3, p. 76-103. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/scientia/article/view/20926>. Acesso em: 08 out 2024.

MOURA, Carlos Manoel Silva; BRAGA, Tiago Emmanuel Nunes. A Inteligência Artificial e a criação de conteúdo: os vieses que habitam entre nós. *In: Anais do Workshop de Informação, Dados e Tecnologia-WIDaT*. 2023.

PARETO. IA Generativa: **O Que É, Quais São Seus Benefícios e Aplicações?**. Pareto. 2023. Disponível em: <https://blog.pareto.io/ia-generativa>. Acesso em: 28 set. 2023.

PENHA, Christian Muniz; HENRIQUE, Lucas Monir. **Perspectivas futuras da inteligência artificial e o aprendizado de máquina**: discussões sobre o uso da inteligência artificial generativa. 2023.

RICKARDO, Gomes; MEIRIELE, Santos. Artificial intelligence: Its impact on employability. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 18, n. 3, p. 198-203, 2023.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial intelligence: a modern approach**. 3. ed. 2010.

SOHAEE, Negar et al. Navigating Pandemic and AI Influences on Employability Competencies. *In: The Global Conference on Entrepreneurship and the Economy in an Era of Uncertainty*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 369-391.

SPADINI, Allan Segovia. O que é IA Generativa? **A importância e o uso das Inteligências Artificiais como ChatGPT, MidJourney e outras**. ALURA. 2023. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/inteligencia-artificial-ia?srsltid=AfmBOooJVCQl8xguP9qeQGDeIRMKMyPJRHp5kKMhiUn-Eo7XoOdcgZqi>. Acesso em: 08 out. 2024.

SPÖRL, C.; CASTRO, E. G.; LUCHIARI, A. Aplicação de Redes Neurais Artificiais na construção de modelos de fragilidade ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 21, 2011.

WEST, Darrell M. **The future of work: Robots, AI, and automation**. Brookings Institution Press, 2018.

**MINI CURRÍCULO E CONTRIBUIÇÕES AUTORES**

<b>TÍTULO DO ARTIGO</b>	<b>IDENTIFICANDO A PREVALÊNCIA DE COEFICIENTES BETAS NEGATIVOS NO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO</b>
<b>RECEBIDO</b>	02/12/2024
<b>AVALIADO</b>	28/01/2025
<b>ACEITO</b>	06/03/2025

<b>AUTOR 1</b>	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sra.
NOME COMPLETO	Ludymille Santos Matos
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia -UFRB.
CIDADE	Feira de Santana
ESTADO	Bahia
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Bacharela Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Bacharela em Engenharia de Energias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.
<b>AUTOR 2</b>	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sr.
NOME COMPLETO	Kilder Leite Ribeiro
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG
CIDADE	Belo Horizonte
ESTADO	Minas Gerais
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Doutorado em Astrofísica pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. Mestrado em Ciências Técnicas Nucleares pelo departamento de Engenharia Nuclear da UFMG. Docente do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG.
<b>AUTOR 3</b>	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sr.
NOME COMPLETO	Anderson Dourado Sisnando
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB.
CIDADE	Feira de Santana
ESTADO	Bahia
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia e Pós-Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia. Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia. Docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.
CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR NO ARTIGO	Todos os autores contribuíram na mesma proporção.

Endereço de Correspondência dos autores	de	<b>Autor 1:</b> <a href="mailto:ludymille8@aluno.ufrn.edu.br">ludymille8@aluno.ufrn.edu.br</a> <b>Autor 2:</b> <a href="mailto:kilderlr@gmail.com">kilderlr@gmail.com</a> <b>Autor 3:</b> <a href="mailto:anderson.dourado@ufrb.edu.br">anderson.dourado@ufrb.edu.br</a>
---	----	--