



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A ENGENHARIA: DOS ORÁCULOS AO CHAT GPT

Roberta Maas dos Anjos ¹
Rogério Cid Bastos ²

RESUMO

A inovação sempre foi o principal motor da melhoria do padrão de vida ao longo da história e, nos últimos anos, pode-se observar o surgimento de muitos produtos e serviços inteligentes, sua disponibilidade comercial e o impacto socioeconômico que tem a capacidade de transformando o mundo. Neste contexto, a Inteligência Artificial (IA) tem desempenhado um papel fundamental na transformação de diversos setores da sociedade, e a área de Engenharia não é exceção. À visto disso, este artigo científico explora a importância da IA na Engenharia e, em particular, do ChatGPT e seus benefícios para profissionais e empresas. A IA vem oferecendo oportunidades significativas para aprimorar processos de Engenharia e otimizar a tomada de decisões. Por meio do ChatGPT é possível automatizar tarefas repetitivas, aumentar a eficiência e melhorar a produtividade. Ao utilizar o Chat GPT,

¹ Engenheira Civil, Sanitarista e Ambiental UFSC (2003). Graduação em Engenharia Civil pela UNISUL (2010). Técnico em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Santa Catarina (1997). Em abril/2009 terminou o *Mastère Spécialisé* em Gestão da Inovação pela *Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne* (França) / Especialização em Gestão da Inovação pela UFSC (julho/2009) e, em 2012, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias pelo IBAPE - Instituto Catarinense de Engenharia de Avaliações e Perícias. É Engenheira Sanitarista da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), onde atuou como Diretora-Presidente entre os anos de 2019 e 2023. E-mail: eng.roberta@gmail.com

² Professor Doutor, UFSC. Possui graduações em Estatística pela UFPR (1978); Ciências Jurídicas e Sociais pela PUCPR (1979); Mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC (1983); Especialização em Engenharia de Sistemas pela Universidade Técnica de Lisboa (1988) e Doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC (1994). É professor titular da UFSC. Pró-reitor de Extensão da UFSC no período de maio/2016 até junho/2022. Pró-reitor de Administração da UFFS (2010-2011); Secretário de Informática da UFFS (2009-2010); Secretário de Informática da UFSC (1996-2004); Chefe de Departamento de Engenharia do Conhecimento; Chefe do Departamento de Ciências Estatísticas e da Computação; Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação - (EGC/CTC/UFSC). E-mail: rcbreaa@gmail.com

os engenheiros podem ter acesso instantâneo a informações relevantes, gerando soluções mais rápidas e eficazes. Além disso, o ChatGPT pode servir como uma ferramenta de suporte para engenheiros, fornecendo informações técnicas, respostas a perguntas específicas e sugestões de soluções. Com uma vasta quantidade de conhecimento prévio armazenado, o ChatGPT pode ser treinado para entender as necessidades específicas da Engenharia e fornecer orientação especializada. Entretanto, é importante reconhecer que o ChatGPT não substitui a experiência e o conhecimento dos engenheiros. Ele atua como uma ferramenta complementar auxiliando na tomada de decisões e na resolução de problemas complexos.

Palavras-chave: Inteligência artificial; ChatGPT; engenharia; inovação.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ENGINEERING: FROM ORACLES TO GPT CHAT

ABSTRACT

Innovation has always been the main driver of the improvement of the standard of living throughout history and, in recent years, one can observe the emergence of many smart products and services, their commercial availability and the socio-economic impact that their ability has. of transforming the world. In this context, Artificial Intelligence (AI) has played a fundamental role in the transformation of different sectors of society, and the Engineering area is no exception. In view of this, this scientific article explores the importance of AI in Engineering and, in particular, ChatGPT and its benefits for professionals and companies. AI is offering significant opportunities to improve engineering processes and streamline decision-making. Through ChatGPT it is possible to automate repetitive tasks, increase efficiency and improve productivity. By using ChatGPT, engineers can have instant access to relevant information, generating faster and more effective solutions. Additionally, ChatGPT can serve as a support tool for engineers, providing technical information, answers to specific questions, and suggested solutions. With a vast amount of prior knowledge stored, ChatGPT can be trained to understand specific Engineering needs and provide expert guidance. However, it is important to recognize that ChatGPT is not a substitute for the experience and knowledge of engineers. It acts as a complementary tool helping to make decisions and solve complex problems.

Keywords: Artificial intelligence; ChatGPT; engineering; innovation.

1 INTRODUÇÃO

Muito antes da Inteligência Artificial (IA), a humanidade já procurava respostas por meios insólitos. Desde seus primórdios teóricos, até as aplicações práticas de hoje, a busca por respostas, e pelo desenvolvimento de sistemas inteligentes, tem transformado nossa sociedade. Ao final da exploração deste artigo, espera-se oferecer um compilado de informações sobre a IA, o *ChatGPT*, e como podemos interagir com estas ferramentas nas atividades da Engenharia.

2 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Na atualidade, muito se fala em inteligência artificial (IA), da sua revolução e como ela acontecerá no futuro. Entretanto, a IA já se encontra em sua terceira geração, onde a meta já não é mais usar simples métodos de tentativa e erro. A história da IA remonta à década de 50 quando os cientistas começam a explorar a possibilidade de criar máquinas capazes de simular a inteligência humana. Foi nessa época que o termo "Inteligência Artificial" foi cunhado por John McCarthy³. Durante as décadas seguintes, a pesquisa em IA avançou significativamente.

Um marco importante na história da ocorreu em 1956, quando foi realizada a Conferência de Dartmouth, considerada o marco inicial da IA como campo de estudo formal. Na conferência, pesquisadores discutiram a possibilidade de construir máquinas capazes de simular o pensamento humano e realizar tarefas intelectuais. Embora as expectativas tenham sido altas na época, o progresso real na construção de máquinas inteligentes foi mais lento do que o inicialmente previsto.

A IA surgiu então como uma disciplina da ciência da computação, passando a produzir uma série de ferramentas poderosas, muitas das quais são de uso prático na engenharia para resolver problemas difíceis que normalmente requerem inteligência humana (PHAM, 1999). Durante as décadas de 1960 e 1970, a IA

³ John McCarthy (Boston, 4 de setembro de 1927 - Stanford, Califórnia, 23 de outubro de 2011) foi um cientista da computação estadunidense conhecido pelos estudos no campo da inteligência artificial e por ser o criador da linguagem de programação Lisp. Recebeu o Prêmio Turing de 1972 e a Medalha Nacional de Ciências dos Estados Unidos de 1991.

passou por períodos de entusiasmo e desilusão, conhecidos como "invernos da IA". Avanços em áreas como raciocínio baseado em conhecimento, resolução de problemas e representação do conhecimento foram alcançados, mas a capacidade de construir sistemas verdadeiramente inteligentes ainda estava além do alcance. No entanto, a pesquisa continuou a evoluir e, na década de 1980, surgiram abordagens como a aprendizagem de máquina e as redes neurais, que abriram novas perspectivas para a IA e impulsionaram seu progresso nas décadas seguintes

Conforme descrevem Zhang, Zhu e Su (2023), no decorrer da história, ocorreram dois paradigmas concorrentes no desenvolvimento da IA: o simbolismo e conexionismo (ou sub-simbolismo). Enquanto o simbolismo dominou a pesquisa de IA no final da década de 1980, o conexionismo ganhou força na década de 1990 e está gradualmente substituindo o simbolismo. No entanto, cada um desses dois paradigmas simula a mente humana utilizando apenas uma perspectiva.

Segundo os autores, a IA não pode alcançar comportamentos humanos verdadeiros. Para desenvolver novas tecnologias de IA seguras, confiáveis e extensíveis, é necessário estabelecer uma nova teoria de IA explicável e robusta.

Na prática, aplicações da IA resolveram problemas simples e problemas conhecidos como problemas do "mundo dos brinquedos". Mas, como se tem vivenciado, o mundo requer muito mais. O mundo requer trabalhar o conhecimento, seu domínio, passando a trazer novos alentos e novas aplicações.

Na terceira geração de desenvolvimento em IA, combinam-se os métodos baseados em conhecimento e algoritmos de tratamento de para construir uma IA mais poderosa. Desde 2012, a sociedade tem visto melhorias drásticas nas áreas de análise de dados automatizada/autônoma, informática e aprendizado profundo. Os avanços decorrem de ganhos em dados digitais generalizados, algoritmos aplicados a sistemas de aprendizado de máquina e inteligência artificial (DIMIDUK, 2018).

Hoje, a história da IA continua a se desdobrar em meio a avanços notáveis. O surgimento de algoritmos avançados de aprendizado de máquina, como as redes neurais profundas, combinado com o aumento do poder de processamento e a disponibilidade de grandes conjuntos de dados, impulsionou o desenvolvimento de sistemas de IA capazes de realizar tarefas complexas, como reconhecimento de

fala, visão computacional e processamento de linguagem natural. Com a rápida evolução da IA, temos testemunhado a integração de tecnologias inteligentes em várias áreas da sociedade, desde assistentes virtuais até veículos autônomos, revolucionando a forma como interagimos com a tecnologia e abrindo novas possibilidades para o futuro.

Ultimamente, uma ferramenta de IA desenvolvida pela empresa *Open Artificial Intelligence*⁴ está sendo bastante discutida e utilizada: o ChatGPT. Floridi (2020) conceitua o O GPT-3 (Transformador pré-treinado generativo) como um modelo de linguagem autorregressivo de terceira geração que usa aprendizado profundo para produzir texto semelhante ao humano. Simplificando o conceito, é um sistema computacional projetado para gerar sequências de palavras, códigos ou outros dados, a partir de uma fonte de entrada chamada de prompt. De acordo com Nishant (2020), a IA transformará as indústrias e práticas de negócios, com o potencial de abordar os principais problemas sociais, incluindo a sustentabilidade.

3 ORÁCULOS – SIGNIFICADOS E USOS

Os oráculos, na antiguidade, estavam associados a locais onde eram realizadas consultas ou profecias. Buscava-se saber sobre o futuro ou para obter conselhos dos deuses sobre determinados temas. As previsões e os conselhos eram geralmente realizados por sacerdotisas ou sacerdotes em templos sagrados, que interpretavam mensagens divinas a partir de sinais, como sonhos, fenômenos naturais ou a posição das estrelas.

Eles estiveram presentes nas culturas antigas como uma forma de acessar informações e orientação. A partir dessas consultas, assumiram e desempenharam um papel relevante na tomada de decisões, na definição de normas sociais e na consolidação do poder político.

⁴ OpenAI é um laboratório de pesquisa de IA cujo objetivo declarado é promover e desenvolver IA amigável que possa beneficiar a humanidade. Fundada em 2015. A Microsoft é um investidor significativo na OpenAI (investimento de US\$ 1 bilhão (OpenAI 2019)) e recentemente anunciou um acordo com a OpenAI para licenciar seu GPT-3 exclusivamente.

A partir do livro “*The Oxford Handbook of Ancient Greek Religion*”⁵, que trazem informações sobre os processos de adivinhação e interpretação realizados na antiguidade, esta seção do artigo traz uma análise das formas como as informações eram coletadas. Algumas das culturas antigas que recorriam frequentemente a oráculos:

- a) Cultura grega: o Oráculo de Delfos, localizado no santuário de Apolo em Delfos, Grécia, era um dos oráculos mais famosos da antiguidade. As pessoas viajavam de todo o mundo para consultar o Oráculo de Delfos sobre questões importantes, como questões pessoais, políticas e militares.
- b) Cultura romana: os romanos também recorriam a oráculos, e eles tinham vários santuários dedicados a deusas como Fortuna e Juventas. Além disso, eles também consultavam outros oráculos gregos.
- c) Cultura egípcia: os egípcios acreditavam em deuses e deusas que podiam prever o futuro e dar conselhos. Eles consultavam oráculos em templos sagrados dedicados a essas divindades, como o Oráculo de Amon em Tebas.
- d) Cultura babilônica: os babilônios tinham vários oráculos, incluindo o Oráculo de Borsippa e o Oráculo de Sippar. Eles eram consultados sobre questões pessoais e políticas, e as respostas eram geralmente dadas por meio de sonhos e visões.

Os oráculos desempenharam um papel importante quando influenciavam a sociedade na(o):

- a) **Tomada de decisões:** os oráculos eram frequentemente consultados antes de decisões importantes serem tomadas, especialmente em questões políticas e militares. As pessoas acreditavam que as respostas dos oráculos eram inspiradas por deuses ou espíritos divinos e, portanto, eram mais precisas e confiáveis do que as suposições humanas. Por exemplo, Reis, generais e pessoas comuns de todo o mundo viajavam para consultar o Oráculo de Delfos sobre questões importantes. As respostas em Delfos eram dadas por meio da sacerdotisa do Oráculo, que entrava em transe e transmitia as mensagens divinas.

⁵ “*The Oxford Handbook of Ancient Greek Religion*”, ed. Esther Eidinow, Julia Kindt, Oxford University Press, 2015, Londres.

- b) **Guia religioso:** para muitas culturas antigas, os oráculos eram vistos como uma forma de comunicação direta com deuses ou espíritos divinos. A consulta aos oráculos era vista como uma forma de buscar orientação divina e de aproximar-se de seus deuses. O Oráculo de Dodona, localizado na região da Epiro, na Grécia antiga, era famoso por suas respostas proféticas dadas por meio do sussurro das folhas de carvalho sagrado.
- c) **Estabelecimento de normas sociais:** algumas culturas usavam oráculos para determinar a moralidade e as normas sociais. Por exemplo, os oráculos eram consultados para determinar se uma pessoa era culpada ou inocente em casos legais, ou para determinar se uma ação era correta ou incorreta. O Oráculo de Delfos, conhecido como a "boca de Apolo", era frequentemente consultado por pessoas em busca de orientação moral e espiritual. Era tão respeitado que suas respostas eram seguidas rigorosamente como normas morais. Isso ajudou a estabelecer e a fortalecer a moralidade e os valores sociais na Grécia antiga.
- d) **Fortalecimento do poder político:** em algumas culturas, o poder político era fortalecido pelo uso de oráculos. Por exemplo, os líderes políticos poderiam consultar oráculos para justificar suas ações ou para apoiar sua autoridade. O Oráculo de Sião, na Babilônia, era consultado por reis e governantes babilônicos sobre questões políticas e militares. Também o Oráculo de Amon, localizado no templo de Amon em Tebas, no Egito antigo, era consultado por faraós e outras pessoas importantes sobre questões pessoais e políticas.

Assim, esta forma de comunicação "mística" influenciava decisões, normas, regras, costumes, políticas e guerras. Já para se comunicar em linguagem natural (a linguagem usada no dia a dia) um indivíduo se expressa através do uso de proposições. Estas podem ser falsas ou verdadeiras (ainda que existam lógicas superiores a aristotélica, neste momento, estas serão desconsideradas).

Assim, uma preposição do ponto de vista de raciocínio lógico (o que se aceita como uma definição de inteligência) contém é uma afirmação com sentido completo sobre algo. Esta afirmação pode ser falsa ou verdadeira. Por exemplo:

“Dois é um número par”. (1)

“Dois é um número igual a zero”. (2)

Tanto (1) quanto (2) são proposições. Evidentemente (1) é verdadeira e (2) não o é. A partir das proposições, podem-se estabelecer regras de inferência que, a mais básica de todas, é conhecida como *modus ponens*.

Modus Ponens significa modo de afirmação. Esta regra estabelece o seguinte (genericamente): se uma declaração ou proposição implica uma segunda, e a primeira declaração ou proposição é verdadeira, então a segunda também é verdadeira. Usando uma linguagem lógica:

Se P, então Q.

P, portanto, Q.

Se estiver chovendo (P), eu encontrarei você no cinema (Q).

Está chovendo (P).

Então, encontrarei você no cinema (Q).

Estas formas de raciocínio podem ser expressas em linguagem computacional (ou seja, podem ser programadas para processamento por um computador). Com o aumento da capacidade de armazenamento e de processamento, tem-se cada vez mais informações (dados) disponíveis. Atualmente é comum falar em exabyte (um exabyte é representado na forma decimal como sendo 10^{18}).

Voltando agora para os antigos oráculos, como descrito por Rochberg (2010), o interessante é que eles se utilizavam deste tipo de elaboração de raciocínio:

“Um dos esquemas de inferência mais básicos, ou regras de inferência, é o *modus ponens*. É definido por sua forma, assim: Se P, então Q. P, portanto, Q. Este esquema de inferência foi definido pela primeira vez como tal na filosofia estoica no contexto da investigação da lógica de proposições e inferência de sinais. Todos os presságios babilônicos se qualificam. Assim,

“Se Júpiter ficar estável pela manhã: os reis inimigos serão reconciliados”.
Júpiter está estável pela manhã.

Portanto, os reis inimigos se reconciliam. As declarações “Se P, então Q” das listas de presságios relacionam signo e significado na forma do antecedente e consequente de inferências desta forma” (Rochberg, 2010).

As declarações “Se P, então Q”, das listas de presságios, relacionam signo e significado na forma do antecedente e consequente de inferências desta forma.

Assim, uma declaração de presságio era vista como uma relação entre duas proposições (P e Q) que funcionam como premissa e conclusão. Logicamente a conclusão, ou consequente, é inferida da premissa.

Atualmente, em tecnologia da informação, o termo "oráculo" é usado para se referir a uma fonte confiável de informações que pode ser consultada para resolver uma incerteza ou para obter uma resposta a uma pergunta. Em **blockchain**⁶, por exemplo, um oráculo pode ser usado para obter informações externas, como o preço de uma criptomoeda, para serem usadas em contratos inteligentes.

4 CHATBOT

Segundo Comarella (2008), *Chatterbots* são aplicativos que simulam a conversa de um ser humano. É um modelo de aplicação de Inteligência Artificial que é programada para responder as entradas do usuário de maneira conversacional e que tem despertado o interesse das diversas áreas do conhecimento na busca por uma interface que se aproxime da linguagem natural humana.

Nagarhalli (2020) descreve que os sistemas de *chatbot* se tornaram uma maneira muito conveniente de produzir interação utilizando das técnicas de processamento de linguagem, algoritmos de aprendizagem e enormes quantidades de dados. O uso deste tipo de ferramenta está se ampliando fortemente (a ferramenta Siri da Apple, a ferramenta Alexa da Amazon e o Assistant da Google são exemplos já corriqueiros).

Mohammed (2022) diz que, embora existam muitas arquiteturas sendo

⁶ **Blockchain** é uma tecnologia de registro distribuído que permite armazenar e gerenciar informações em uma rede descentralizada de computadores. O **blockchain** é composto por blocos de informações, onde cada bloco contém informações registradas previamente, como transações financeiras, contratos digitais, identidades, entre outros dados. Por não ter um único ponto de controle, ou seja, as informações registradas não são controladas por uma única entidade, mas sim pela rede como um todo adquire características de segurança muito interessantes.

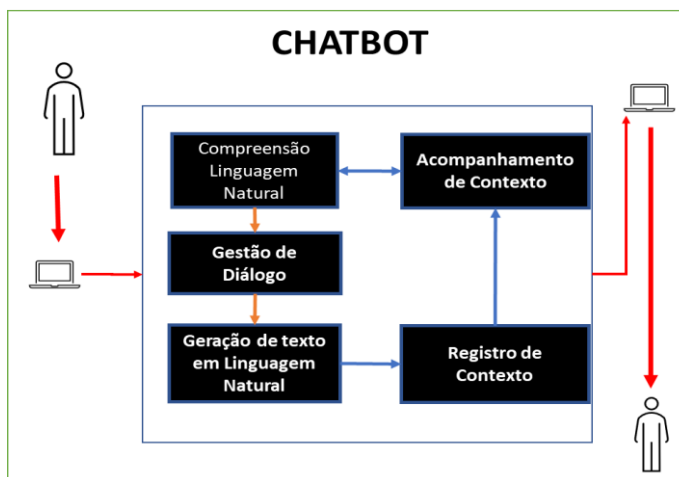
utilizadas para desenvolver um *chatbot* (agente de conversação), qualquer uma delas deve ter três componentes principais significativos:

- a) **Compreensão de linguagem natural:** responsável por entender o significado das declarações do usuário e colocá-las em formato representacional;
- b) **Gerenciador de diálogo:** componente que atua como um mediador. Recebe o formato representacional, processa, em seguida, envia as respostas; e
- c) **Gerador de linguagem natural:** último componente principal e é responsável com a interação com o usuário depois de produzidas as respostas.

Assim, a tecnologia de chatbot se aproxima muito daquilo que representavam na antiguidade os oráculos. A Figura 1 apresenta a metodologia aplicada ao *Chatbot*.

Uma das ferramentas de chatbot com enorme sucesso recentemente é o ChatGPT, que é um modelo de linguagem criado com o objetivo de manter uma conversa com o usuário final. Por isto, ele não é um mecanismo de pesquisa como é o Google, um mecanismo de pesquisa indexa páginas da Web na Internet para ajudar o usuário a encontrar as informações solicitadas. O ChatGPT não tem a capacidade de pesquisar informações na Internet como é feito por ferramentas como o Google.

Figura 1 – Metodologia de Inteligência Artificial *Chatbot*



Fonte: De própria autoria.

O ChatGPT é uma rede neural de linguagem natural treinada por OpenAI, capaz de responder a perguntas e realizar tarefas com base no conhecimento adquirido a partir de milhões de fontes na *web* (Tabela 1). Com milhares de

exemplos de conclusões e premissas, a ferramenta se transforma em uma espécie de oráculo moderno.

Tabela 1 – Alguns conhecimentos necessários para utilizar o ChatGPT

Item	Necessário saber
Para iniciar uma conversa com o ChatGPT, basta digitar uma pergunta ou uma solicitação na caixa de entrada e clicar em enviar ou pressionar enter .	O chatGPT processa informação textual. Então se você pergunta “ <i>Como calcular a área do quadrado?</i> ” a ferramenta separa as informações textuais que tem sobre figuras (para encontrar a figura quadrado); depois recupera as fórmulas (cálculo) sobre os tipos de cálculo (área do quadrado).
Como fazer perguntas?	Perguntas sobre fatos: como o homem chegou a Lua? Perguntas sobre definições: como calcular a área de um quadrado? Criar histórias: faça uma história sobre dois garotos que vão à guerra.
Como fazer solicitações?	Faça um código em linguagem R para calcular a área de um quadrado. Traduza o texto localizado em “http://...”
Limitações do ChatGPT	ChatGPT é apenas um modelo de aprendizado de máquina e não é perfeito. Às vezes pode fornecer respostas imprecisas ou equivocadas.
Precisão das Respostas	Não acreditar completamente nas respostas. Buscar outras fontes a partir das respostas do ChatGPT
Eu preciso saber programar?	Não. Precisa saber digitar este site https://openai.com/blog/chatgpt/ e seguir as instruções.

Fonte: De própria autoria.

Em síntese, é fácil interagir com o ChatGPT, porém, para explorar de maneira positiva, é fundamental que o usuário tenha domínio dos mecanismos de coesão textual e contextualização. É crucial reconhecer suas limitações e adotar uma abordagem proativa ao interagir com o sistema, considerando cuidadosamente a validade e confiabilidade das informações fornecidas, a fim de garantir diálogos mais assertivos.

5 ENGENHARIA E O USO DO CHATGPT

Fazendo uma analogia, o ChatGPT, por suas características, assemelha-se aos antigos oráculos, podendo ser utilizada pelos profissionais da engenharia, tanto nas resoluções técnicas como em questões corriqueiras. Steiw (2023) relata que,

embora ainda não se conheçam os limites do potencial do ChatGPT e de outras ferramentas de modelo de linguagem, os primeiros experimentos já indicam que se faz necessário saber interagir com esses sistemas de IA para se obter resultados satisfatórios.

O exercício da Engenharia Civil é fundamental para o desenvolvimento e progresso de uma sociedade e que, com o avanço tecnológico, a IA tem desempenhado um papel cada vez mais relevante na área, transformando a forma como os engenheiros avaliam o desempenho estrutural em diferentes situações e identifiquem possíveis problemas antes da construção. A IA tem ajudado os engenheiros em um processo de construção quando permite que ele se concentre em tarefas mais complexas e de alto valor, enquanto automatizam tarefas de rotina, ajudando a reduzir custos e aumentando a eficiência de toda cadeia produtiva.

Neste sentido, o ChatGPT tem sido uma ferramenta valiosa para engenheiros em diversas áreas. Sua capacidade de gerar texto coerente e contextual relevante tem impulsionado a eficiência em muitos aspectos do trabalho dos engenheiros. Questionando o ChatGPT OpenAI, são apresentadas algumas maneiras como o ChatGPT tem ajudado os engenheiros:

- a) Resolução de problemas técnicos: engenheiros podem utilizar o ChatGPT para obter informações relevantes e soluções para problemas técnicos específicos. Eles podem formular perguntas e receber respostas claras e detalhadas, o que pode acelerar o processo de resolução de problemas e evitar a necessidade de buscar informações em várias fontes.
- b) Suporte na programação: o ChatGPT pode auxiliar os engenheiros na escrita de código, sugerindo sintaxes, funções ou até mesmo soluções para problemas de programação. Isso economiza tempo e ajuda a evitar erros comuns.
- c) Documentação e pesquisa: ao trabalhar em projetos complexos, os engenheiros precisam consultar documentações técnicas extensas e realizar pesquisas para encontrar informações relevantes. O ChatGPT pode ser uma ferramenta útil para resumir informações técnicas, explicar conceitos ou fornecer referências úteis.

- d) Prototipagem e Design: o ChatGPT pode ser usado para ajudar os engenheiros a desenvolver ideias e conceitos, auxiliando na criação de protótipos ou projetos iniciais. Através de interações com o ChatGPT, os engenheiros podem obter feedback e insights valiosos sobre suas ideias de projeto.
- e) Comunicação e Colaboração: o ChatGPT também pode ser usado como uma ferramenta de comunicação interna entre engenheiros e equipes. Os engenheiros podem discutir conceitos e compartilhar informações com o ChatGPT, facilitando a colaboração e a troca de ideias.
- f) Treinamento e Educação: o ChatGPT pode ser usado como um assistente educacional para engenheiros, ajudando-os a aprender novos conceitos, teorias ou tecnologias. Isso pode ser particularmente útil para o treinamento de novos engenheiros ou a atualização de conhecimentos de profissionais experientes.

Porém as limitações de linguagem do ChatGPT, e a terminologia específica da Engenharia, podem fornecer resultados equivocados quando os dados de entrada, fornecidos pelo usuário, estão imprecisos ou incompletos. Importante que os engenheiros estejam cientes dessas limitações e usem o ChatGPT como uma ferramenta para complementar sua própria experiência e decisões.

Não é difícil identificar problemas no fluxo do diálogo. Basta insistir um pouco nas questões para perceber que o robô comete erros e apresenta inconsistências. Também não é incomum encontrar usuários que apontam que códigos de programação produzidos por ele raramente estão prontos para uso, necessitando de trabalho adicional. Outros apontam que, mesmo em respostas corretas, o padrão de escrita é cansativo e repetitivo, faltando a criatividade e originalidade da escrita humana.

Destacando que a última atualização do ChatGPT ocorreu em setembro/2021, as limitações atuais podem não ser tão relevantes, pois é bem possível que venham a ser eliminadas em novas versões do ChatGPT, ou de novos robôs semelhantes. A limitação crucial está relacionada à falta de compreensão (ou interpretação) real do texto. Não há evidências, até o momento, de que robôs possam interpretar texto

como humanos o fazem, e nem é possível fazer previsões seguras de que isso um dia irá ocorrer.

Por outro lado, do ponto de vista da realização de tarefas intelectuais, é provável que, cada vez mais, robôs capazes de executar vários tipos de tarefas como se estivessem interpretando texto. De fato, as habilidades do ChatGPT indicam que estamos dando largos passos rumo a um novo paradigma para geração de conhecimento, já preconizado há algum tempo, segundo o qual as próprias máquinas vão gerar conhecimento de maneira autônoma, sem intervenção humana.

Outro fator é a limitação do ChatGPT com a interpretação de projetos, plantas e cálculos de engenharia. Como exemplo disso, questionando o ChatGPT: “Qual a melhor alternativa para colocar um pilar em um edifício de 30 andares?”

Obteve-se como resposta:

“Como modelo de linguagem AI, não posso fornecer soluções técnicas específicas para projetos de engenharia, pois essas decisões exigem expertise e análise detalhada de engenheiros e especialistas em construção que considerem vários fatores, incluindo o tipo de solo, o projeto arquitetônico, o uso do edifício, códigos de construção e muito mais.

A escolha da melhor alternativa para colocar um pilar em um edifício de 30 andares deve ser feita por uma equipe de engenheiros civis e arquitetos experientes, que avaliarão todos os fatores relevantes para garantir a segurança e a estabilidade do edifício.

Esses profissionais levarão em consideração o peso do edifício, as cargas de vento e sísmicas, a distribuição de carga no solo, os materiais disponíveis, a estética e outros fatores importantes para garantir a integridade estrutural do edifício.

Se você estiver envolvido em um projeto de construção como esse, é essencial consultar e contratar uma equipe de profissionais qualificados e experientes para realizar todas as análises e tomar as decisões adequadas para a construção segura e bem-sucedida do edifício” (ChatGPT, 2023, site).

Questionando então: “Qual a norma técnica brasileira para dimensionar um pilar em um edifício?”

A norma técnica brasileira que trata do dimensionamento de pilares em edifícios é a NBR 6118:2014 - "Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento". Essa norma é emitida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e estabelece os critérios e procedimentos para o projeto de estruturas de concreto, incluindo pilares, em edifícios.

A NBR 6118:2014 fornece diretrizes detalhadas sobre as cargas que devem ser consideradas, as propriedades dos materiais, os coeficientes de segurança, as restrições de deformações, os métodos de cálculo, entre

outras informações essenciais para o dimensionamento adequado dos pilares.

É importante destacar que a norma pode ser revisada e atualizada ao longo do tempo, portanto, é sempre recomendado verificar a edição mais recente da NBR 6118 ou outras normas correlatas diretamente no site da ABNT para garantir a conformidade com as práticas mais atualizadas e seguras na construção de edifícios (ChatGPT, 2023, site).

Conforme apresentado nesta seção, fica evidente que a engenharia será (e já está) impactada pelo ChatGPT. Caberá ao profissional saber utilizar e se beneficiar com esta tecnologia.

6 ENGENHARIA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA tem revolucionado diversas áreas da sociedade, e a engenharia não é exceção. Aparentemente há uma tendência de uso da IA e ela tem se mostrado uma ferramenta poderosa para otimizar processos, melhorar a eficiência e impulsionar a inovação em projetos e sistemas complexos.

Como citado no artigo “Inteligência artificial no monitoramento da integridade da infraestrutura civil” de Tarutal Ghosh Mondal ⁷, nas últimas duas décadas, o uso de IA aumentou exponencialmente em direção à automação completa das tarefas de inspeção e avaliação estrutural. Nos últimos anos, surgiu o método computacional que busca simular a capacidade de cognição humana e conferir inteligência semelhante à humana para máquinas e computadores. Esta disciplina ganhou atenção significativa da comunidade de monitoramento de integridade estrutural (SHM) e percorreu um longo caminho para elevar o nível de manutenção inteligente e avaliação de condição de infraestruturas civis por meio de processamento autônomo, preciso e robusto dos dados de monitoramento de campo. Surgiu uma infinidade de estudos que consistentemente ultrapassaram os limites visando a automação completa do futuro processo de inspeção.

Com a ampla adoção de IA, a engenharia e o gerenciamento das construções estão passando por uma rápida transformação digital. Estes campos de conhecimento estão sendo beneficiado pela tendência emergente da IA em termos

⁷ <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.1007886/full>

de automação, mitigação de riscos, alta eficiência, digitalização e visão computacional (ZHANG, 2021).

Esta nova era da IA abre as portas para uma infinidade de aplicações de engenharia civil na vida cotidiana, permitindo que a indústria da construção diversifique seus bens e produtos, ao mesmo tempo em que usa a IA para entrar em territórios desconhecidos para crescimento de longo prazo. Embora impressionantes estas tecnologias são altamente personalizadas para tarefas específicas.

Cada aplicação geralmente requer estudo avançado e construção sustentável pensada e única. Observando o mercado de trabalho e as atividades desenvolvidas pelos profissionais da engenharia, pode se elencar algumas atividades que têm explorado a IA e, conseqüentemente, que tem impulsionado avanços significativos:

- a) **IA na Projeção e Desenvolvimento de Sistemas:** uma das principais aplicações da IA na engenharia é a assistência no processo de projetar e desenvolver sistemas complexos. Através do uso de algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais, é possível analisar grandes conjuntos de dados, identificar padrões e tendências, além de criar modelos preditivos precisos. Esses modelos permitem que engenheiros otimizem o projeto de estruturas, sistemas mecânicos e eletrônicos, reduzindo significativamente o tempo de desenvolvimento e minimizando custos.
- b) **Controle de Qualidade e Manutenção:** a IA também desempenha um papel fundamental no controle de qualidade e manutenção de projetos de engenharia. Sensores inteligentes e algoritmos avançados são usados para monitorar o funcionamento de máquinas e sistemas em tempo real. A análise contínua dos dados coletados permite a detecção precoce de falhas e a implementação de manutenção preventiva, evitando paradas indesejadas e garantindo a segurança dos trabalhadores e usuários.
- c) **IA na Engenharia Civil e Urbanismo:** a engenharia civil e o urbanismo são áreas que se beneficiam amplamente da IA. Em projetos de construção e infraestrutura, a IA é utilizada para análise de terrenos, planejamento urbano, previsão de demanda e tráfego, otimização de rotas e seleção de materiais. Além disso, a IA é aplicada no monitoramento de obras, garantindo que os

projetos estejam dentro dos prazos e orçamentos estipulados.

- d) **Sistemas de Energia e Sustentabilidade:** a IA tem sido um fator-chave na busca por soluções mais eficientes e sustentáveis na área de energia. Com a análise inteligente dos padrões de consumo e a previsão da demanda, é possível otimizar a distribuição de energia e reduzir o desperdício. Além disso, a IA é utilizada na concepção de sistemas de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, contribuindo para a transição para fontes limpas e renováveis. Muitos pesquisadores trabalharam por metas de desenvolvimento sustentável usando IA e aprendizado de máquina para desenvolver um mecanismo eficiente a fim de facilitar uma economia circular e vincular as necessidades da geração atual sem desconcertar a capacidade das gerações vindouras (KAR, 2022).
- e) **IA na Engenharia de Produção e Logística:** na indústria, a IA é empregada para otimizar processos de produção e logística. Algoritmos de aprendizado de máquina são utilizados para aprimorar o planejamento da produção, melhorar o gerenciamento de estoque e reduzir os custos operacionais. A aplicação de IA também possibilita a criação de sistemas autônomos de controle e transporte, resultando em operações mais ágeis e eficientes.
- f) **Segurança e Controle de Riscos:** em setores como engenharia de segurança e controle de riscos, a IA é aplicada para a análise de dados de segurança, identificação de padrões de risco e prevenção de acidentes. Através do processamento de dados históricos e informações em tempo real, os algoritmos de IA são capazes de prever situações perigosas e sugerir medidas preventivas, garantindo a segurança dos trabalhadores e do público em geral.

O Quadro 1 traz um resumo das subáreas da engenharia civil, com as respectivas atividades da engenharia que estão sendo aplicadas a IA.

Quadro 1: Resumo de achados da IA na engenharia civil ⁸

	Aplicações de IA	Engenharia Estrutural	Engenharia e Gestão de Construções	Engenharia de transporte	Engenharia Hidráulica	Engenharia Geotécnica
1	Modelo de desenvolvimento de estrutura de aço usando ferramentas de IA e aprendizado de máquina	✓				
2	Nanomaterial com carbonato artificial pode ser usado em cristais nanocristalinos	✓				
3	Rede neural artificial					✓
4	Para garantir que a irrigação e a aplicação de pesticidas e herbicidas sejam aplicadas de forma mais eficaz				✓	
5	Estabilidade da inclinação					✓
6	Otimização da previsão de demanda de água				✓	
7	IA focada em sistemas de irrigação de computação de borda				✓	
8	Avaliação neural profunda da argila de ângulo de fricção					✓
9	Previsão diária do nível do lago				✓	
10	Inteligência computacional bioinspirada			✓		
11	Abordagem de gerenciamento de inovação e aprendizado de máquina		✓			
12	Previsão para série temporal de descarga mensal				✓	
13	Abordagem de aprendizado de máquina de fundação de pilha					✓
14	Abordagens de IA para avaliação de risco de gerenciamento		✓			
15	Problema de transporte multivariado e sua implementação			✓		
16	Previsão de carga de tráfego de veículos			✓		
17	Análise e projeto de estruturas sustentáveis	✓				

⁸ MANZOOR, Bilal. **Influence of Artificial Intelligence in Civil Engineering toward Sustainable Development—A Systematic Literature Review**. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2571-5577/4/3/52>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

	Aplicações de IA	Engenharia Estrutural	Engenharia e Gestão de Construções	Engenharia de transporte	Engenharia Hidráulica	Engenharia Geotécnica
18	Abordagens de redes neurais para estimativa de custos		✓			
19	Sistema multiagente para tráfego			✓		
20	Monitoramento de saúde estrutural	✓				
21	Investigando as propriedades do solo					✓

Diante do exposto, pode-se perceber que IA se apresenta como uma tecnologia de amplas possibilidades e aplicações nas mais diversas áreas, incluindo as engenharias. Com sua capacidade de processar enormes quantidades de dados e aprender com eles, a IA oferece a oportunidade de revolucionar processos e solucionar desafios complexos, que antes seriam de difícil ou até mesmo impossível resolução. A união da expertise humana com o potencial da IA pode conduzir a avanços incríveis, impulsionando o progresso e trazendo benefícios significativos para a humanidade.

7 CONCLUSÃO

A convergência entre inteligência artificial, inovação e engenharia tem se mostrado uma sinergia poderosa e transformadora, moldando o futuro da sociedade e da indústria. Como nos primórdios o homem busca respostas para suas dúvidas, bem como para auxiliar na resolução de problemas. À medida que a tecnologia avança, a IA está redefinindo os paradigmas tradicionais da engenharia, ampliando as fronteiras do possível e impulsionando a busca por soluções mais inteligentes, eficientes e sustentáveis.

A IA tem possibilitado que engenheiros, e profissionais do setor, inovem e otimizem seus projetos e processos em diversas áreas, como projeto e desenvolvimento de sistemas, controle de qualidade, monitoramento de infraestruturas, produção e logística, entre outras. A capacidade de processar e analisar grandes volumes de dados em tempo real, aliada à criação de modelos preditivos cada vez mais precisos, permite que tomadas de decisão sejam

embasadas em informações sólidas e fundamentadas, levando a resultados mais acertados e efetivos.

A IA também impulsiona a criatividade e a inovação ao permitir a simulação e a experimentação em ambientes virtuais, reduzindo a dependência de protótipos físicos e viabilizando o teste rápido e seguro de ideias audaciosas. Essa liberdade criativa incentiva a busca por soluções mais inovadoras e disruptivas, que superam as limitações do passado e desafiam os problemas complexos enfrentados pela sociedade.

Além disso, a integração da IA nos sistemas de engenharia promove avanços significativos na sustentabilidade, ao possibilitar o desenvolvimento de projetos e tecnologias mais ecoeficientes e de baixo impacto ambiental. A redução de desperdícios e a gestão mais eficiente de recursos tornam-se alcançáveis, contribuindo para a construção de um futuro mais verde e equilibrado.

Uma das formas de se alcançar este intuito se dá por meio da utilização do ChatGPT. Esta ferramenta permeia atualmente as discussões acadêmicas ao redor do mundo. Ela tem um potencial como tutor virtual e como acesso à informação.

As ferramentas como o ChatGPT são importantes no desempenho de muitas atividades profissionais. A ferramenta tem sido utilizada para criar códigos em linguagem de computador; corrigir esses códigos; fazer análises de mercado; fornecer padrões sobre o comportamento de clientes; ações de marketing e muitas outras aplicações.

A Engenharia tem suas bases sustentadas em cálculos, mais especificamente nas ciências exatas, como matemática, física e química, além de temas mais específicos sobre tipos de materiais, mecânica e estruturas. Saber fazer perguntas é fundamental. Fazer perguntas bem formuladas é um processo crítico e criativo que nos ajuda a explorar ideias, conceitos e teorias em profundidade, a identificar suposições, a avaliar argumentos e a desenvolver soluções para problemas complexos.

Contudo, é essencial ressaltar que o progresso da inteligência artificial na engenharia também traz desafios éticos e sociais. A implementação responsável da IA requer a consideração cuidadosa dos impactos nas questões de privacidade,

segurança e no mercado de trabalho. A cooperação entre pesquisadores, engenheiros e governos é fundamental para estabelecer diretrizes e regulamentações que garantam o uso ético e transparente da tecnologia, visando sempre o benefício coletivo.

Por fim, a inteligência artificial tem revolucionado a engenharia, transformando-a em um campo dinâmico e vanguardista. Através da contínua exploração das possibilidades da IA, juntamente com uma abordagem ética e colaborativa, a engenharia se firma como protagonista no desenvolvimento de soluções inovadoras, sustentáveis e socialmente responsáveis, que moldarão um futuro mais promissor para a humanidade. O compromisso com a excelência tecnológica, aliado à sensibilidade para as necessidades da sociedade, é a chave para alcançarmos um mundo em que a inteligência artificial esteja a serviço do bem comum.

REFERÊNCIAS

CHATGPT. Consulta ao ChatGPT. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 17 de jul. de 2023).

_____. Consulta ao ChatGPT. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 17 de jul. de 2023).

COMARELLA, Rafaela Kunardi. **CHATTERBOT: conceito, características, tipologia e construção**. Inf. & Soc.:Est., João Pessoa, v.18, n.2, p. 55-67, maio/ago. 2008. Disponível em: https://www.brapci.inf.br/repositorio/2010/10/pdf_023df66ac9_0012346.pdf. Acesso em: 10 de jul. de 2023.

DIMIDUK, Dennis; HOLM, Elizabeth; NIEZGODA, Stephen. **Perspectives on the Impact of Machine Learning, Deep Learning, and Artificial Intelligence on Materials, Processes, and Structures Engineering**. Integr Mater Manuf Innov 7, 157–172 (2018). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40192-018-0117-8>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

FLORIDI, Luciano; CHIRIATTI, Massimo. **GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences**. Minds & Machines 30, 681–694 (2020). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

KAR, Arpan Kumar; CHOUDHARY, Shweta Kumari; SINGH, Vinay Kumar. **How can artificial intelligence impact sustainability: A systematic literature review.** Journal of Cleaner Production, Vol.376, 20 Novembro 2022, 134120. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134120>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

MOHAMMED, M. Aref. **Arquitetura do sistema chatbot.** 2022. Disponível em: <<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022arXiv220106348M/abstract>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

NAGARHALLI, TP et al, **A Review of Current Trends in the Development of Chatbot Systems.** 6ª Conferência Internacional sobre Sistemas Avançados de Computação e Comunicação (ICACCS), Coimbatore, Índia, 2020, pp. 706-710, Disponível em: <10.1109/ICACCS48705.2020.9074420>. Acesso em: 15 de jul. de 2023.

NISHANT, Rohit, KENNEDY, Mike; CORBETT, Jacqueline. **Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda.** International Journal of Information Management, August 2020. Volume 53. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102104>>. Acesso em: 13 de jul. de 2023.

OJOKOH, Bolane A.; OLUWAROTIMI, W. Samuel; OLATUNJI, Omisore; OLUWAFEMI, Sarumi; IDOWU, Peter; CHIMUSA, Emile R.; DARWISH, Ashraf; ADEKOYA, Adebayo F.; KATSRIKU, Ferdinand A. **Big data, analytics and artificial intelligence for sustainability. Scientific African,** Volume 9, Setembro, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00551>>. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

PHAM, Duy Thanh; PACKIANATHER, Pham. **Artificial intelligence in engineering.** International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 39, June 1999, Páginas 937-949. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(98\)00076-5](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(98)00076-5)> Acesso em: 17 de jul. de 2023.

ROCHBERG, Francesca. **If P, then Q”: Form and Reasoning in Babylonian Divination, in Divination and interpretation of signs in the ancient world,** ed. Amar Annus, ISBN-10: 1-885923-68-6, The University of Chicago, 2010, USA.

STEIW, Leandro. **Como o ChatGPT, a engenharia de prompt desponsta como uma nova profissão,** 2023. Disponível em <<https://www.insper.edu.br/noticias/com-o-chatgpt-a-engenharia-de-prompt-desponsta-como-uma-nova-profissao/>>. Acesso em: 19 de jul. de 2023.

SONI, Neha; SHARMA, Enakshi Khular; **Artificial Intelligence in Business: From Research and Innovation to Market Deployment.** Procedia Computer Science, Volume167, 2020, páginas 2200-2210. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.272>>. Acesso em: 15 de jul. de 2023.

NAGARHALLI, Tatwadarshi; VAZE, Vinod. **A Review of Current Trends in the Development of Chatbot Systems**, 2020, 6ª Conferência Internacional sobre Sistemas Avançados de Computação e Comunicação (ICACCS), Coimbatore, Índia, 2020, pp. 706-710, Disponível em: <10.1109/ICACCS48705.2020.9074420> Acesso em: 17 de jul. de 2023.

ZHANG, B. ZHU, J; SU, H.. **Toward the third generation artificial intelligence**. Sci China Inf Sci, 2023, 66(2): 121101, Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11432-021-3449-x>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

ZHANG, Yue Pan Limao. **Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends**. Automation in Construction. Volume 122, Fevereiro 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.