

## Uso da inteligência artificial na engenharia civil: um estudo prospectivo<sup>1</sup>

Frederico Lima e Silva<sup>2</sup>; Suymara Todedo Miranda<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Centro Universitário Presidente Antônio Carlos/UNIPAC, Barbacena, MG, Brasil

**RESUMO:** A inteligência artificial (IA) tem o potencial de transformar como a engenharia civil é praticada, desde o planejamento e projeto até a construção e manutenção de infraestruturas. No entanto, neste setor historicamente existe uma resistente às mudanças tecnológicas, tendo uma cultura mais tradicional e avessa a riscos. Dessa forma, o objetivo do presente artigo foi realizar uma análise prospectiva das produções científicas, onde a utilização de IA na construção civil. Foi utilizada na pesquisa a plataforma Google Acadêmico. Nesta análise identificou-se tendências e lacunas ou oportunidades a serem exploradas entre os setores da Engenharia Civil.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; Construção Civil; Estudo Prospectivo.

### 1. INTRODUÇÃO

Na Engenharia Civil, a Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia que utiliza algoritmos, modelos matemáticos e técnicas de aprendizado de máquina para simular o raciocínio humano e resolver problemas complexos na construção, planejamento e manutenção de infraestruturas. Os prognósticos gerados pela Inteligência Artificial (IA) desempenham um papel crucial na gestão proativa de projetos, proporcionando uma base sólida para garantir a eficácia e confiabilidade do projeto em relação aos seus objetivos (HARIRI-ARDEBILI et al., 2016).

A IA pode ser aplicada em várias áreas da Engenharia Civil, incluindo análise estrutural, planejamento e projeto de estruturas, monitoramento de condições, previsão de falhas, gestão de obras e segurança no local de trabalho. (PAN; ZHANG, 2021).

Os desafios vindos da construção civil estão ligados aos conhecimentos inadequados e ao baixo nível de adoção de tecnologias, estes argumentos têm sido

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado ao Grupo de Trabalho (SILVA, F. L.; MIRANDA, S.T.) evento integrante da programação do 27º Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudeste, realizado de 30 de maio a 1º de junho de 2024.

associados a ineficiência de custos, atrasos em projetos, desempenho de baixa qualidade, tomada de decisões desinformadas, baixa produtividade, e deficiência nos resultados de saúde e segurança (DATTA, 2024). Portanto, uma revisão da literatura atual nesse tópico pode ajudar a identificar lacunas na pesquisa e facilitar o desenvolvimento de novos estudos.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo realizar uma análise prospectiva das tendências e potenciais aplicações da inteligência artificial na indústria da construção civil, identificando e destacando as principais áreas em que a IA poderia ser empregada, afim de aprimorar processos, aumentar a eficiência e promover inovação dentro do setor.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo em questão teve como objetivo investigar a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na otimização de projetos de engenharia civil. Para isso, foram analisados artigos científicos e periódicos na plataforma Google Acadêmico.

Os artigos selecionados estão restritos aos dados publicados entre 2019 e janeiro de 2024, uma escolha estratégica para abranger desenvolvimentos tecnológicos mais recentes. Em ambas as etapas de pesquisa foram utilizadas palavras-chave em português e inglês, focalizando os temas de inteligência artificial e construção civil.

Na figura 1, observa-se os termos utilizados na pesquisa em cada plataforma.

**Figura 1** – Metodologia de busca de dados e seus termos utilizados:

Google Academico	Google Academico
<ul style="list-style-type: none"><li>•Inteligência artificial na engenharia civil</li><li>•Inteligência artificial Infraestrutura e Transportes</li><li>•Inteligência artificial no Saneamento Básico</li><li>•Inteligencia artificial no Cálculo Estrutural</li><li>•Inteligencia artificial na Construção Civil</li><li>•Inteligencia artificial na Geotecnia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Artificial intelligence in civil engineering</li><li>•Artificial intelligence Infrastructure and Transport</li><li>•Artificial intelligence in Basic Sanitation</li><li>•Artificial intelligence in Structural Calculus</li><li>•Artificial intelligence in Civil Construction</li><li>•Artificial intelligence in Geotechnics</li></ul>

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Após coletar as informações, conduziu-se uma análise abrangente para condensar o conteúdo dos dados levantados. Em seguida, estas informações foram organizadas visualmente por meio de gráficos e tabelas, utilizando o software Microsoft Office Excel como apoio. E finalmente, os resultados foram expostos de maneira textual.

Essa abordagem metodológica integrada, que combina análises textuais e visuais, teve como objetivo oferecer uma compreensão abrangente de soluções, demonstrando tendências, oportunidades e padrões identificados nos artigos de IA na Engenharia Civil.

### 3. RESULTADOS ESPERADOS

Ao longo da pesquisa, foi evidenciada uma discrepância na quantidade de resultados ao comparar diferentes termos. Essa disparidade foi notável em todo o processo, independentemente da área investigada. A base de dados que mais apresentou resultados foi com termos em inglês totalizando 820.004 contra os 80.657 resultados em português, como pode ser visto Tabela 1 abaixo.

No que diz respeito às áreas investigadas, algumas se destacaram. Por exemplo, "Inteligência Artificial na Engenharia Civil" e "Inteligência Artificial em Infraestrutura e Transporte" registraram os maiores índices, com 270.100 e 249.270 resultados totais, respectivamente. O termo "artificial intelligence in civil engineering" foi o mais representativo, com 252.520 resultados. Por outro lado, a área com menores resultados foi "Inteligência Artificial na Geotecnia", totalizando 33.536 registros (Tabela 1).

**Tabela 1** – Termos utilizados na pesquisa e seus resultados totais conforme cada plataforma

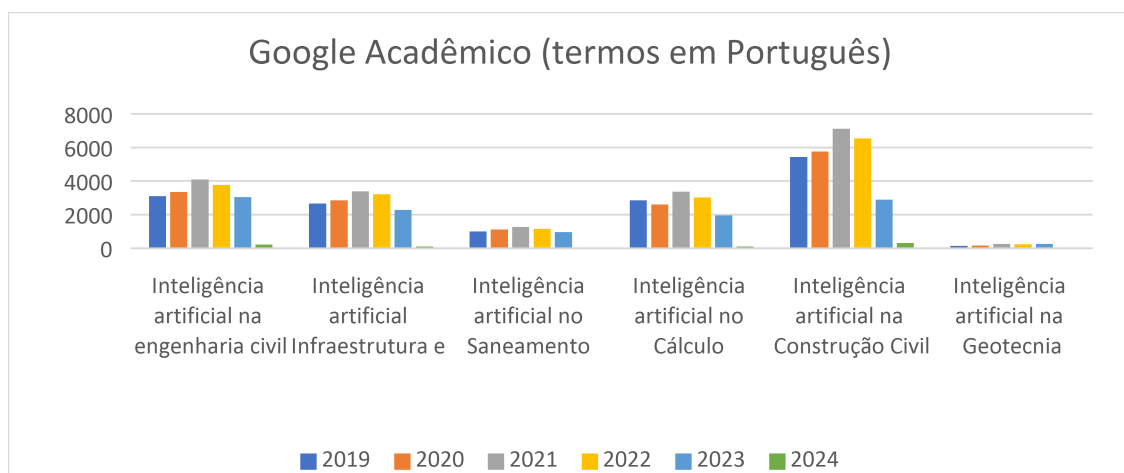
<i>Termos utilizados / Plataforma de Pesquisa</i>	<i>Google Acadêmico (Português)</i>	<i>Google Acadêmico (Inglês)</i>
<i>artificial intelligence in civil engineering</i>	17580	252520
<i>artificial intelligence Infrastructure and Transport</i>	14520	234750
<i>artificial intelligence in Basic Sanitation</i>	5509	26804
<i>artificial intelligence in Structural Calculus</i>	13929	72010
<i>artificial intelligence in Civil Construction</i>	28043	201460
<i>artificial intelligence in Geotechnics</i>	1076	32460

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Google Acadêmico (2024)

Foi notada uma grande disparidade nas respostas obtidas conforme o idioma, tendo em inglês 91,04% do total de resultados, enquanto apenas 8,96% em português.

No Gráfico 1, é possível verificar as quantidades de artigos publicados no Google Acadêmico entre os períodos de 2019 a janeiro de 2024 em português, categorizados por área de atuação da Engenharia Civil. Observa-se que a área de "Inteligência Artificial na Construção Civil" desponta como a mais investigada e com maior interesse, representando 34,77% das pesquisas, enquanto a área de Geotecnia é pouco difundida e divulgada, contribuindo com apenas 1,33% dos resultados.

**Gráfico 1** – Número de resultados de artigos e periódicos encontrados no Google Acadêmicos com termos em português



Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Google Acadêmico (2024)

Destacam-se também duas áreas no Gráfico 1: "Inteligência Artificial no Saneamento Básico", que registrou 6,83% das pesquisas em português, e "Inteligência Artificial no Cálculo Estrutural", com 17,27% dos resultados. Sendo áreas de interesse e atividade de pesquisa. Na parte de saneamento básico, o grande enfoque das pesquisas está para o tratamento de águas.

Segundo Li et al. (2021), a qualidade da água está se tornando cada vez mais complexa, exigindo processos mais rigorosos para garantir sua eficiência no tratamento. Eles complementam, afirmando que as Inteligências Artificiais (IAs) têm a capacidade de monitorar a evolução da qualidade da água, analisar e prever a presença de poluentes na água, com o objetivo de otimizar as Estações de Tratamento de Água (ETAs). Outra

aplicação que tem recebido atenção nesta área é no tratamento de dessalinização da água, onde a IA tem sido aplicada na simulação de processos como incrustação em membranas, declínio de fluxo, taxa de produção de água, entre outros, para a purificação da água (Al Aani et al., 2019).

Em estruturas, estão sendo desenvolvidos sistemas de monitoramento através de sensores, dispositivos de aquisição de dados, sistemas de transmissão, gerenciadores de dados e modelagem para avaliar condições e prever o desempenho de estruturas. Baseado na dispersão do grupo de sinal de vibração da estrutura, esses sistemas permitem a identificação modal estrutural, identificação de danos estruturais e identificação de carga (Bao et al., 2019). Um grande problema neste campo é o custo computacional necessário para dimensionar estruturas, que vem sendo contornado através da utilização Inteligências Artificiais com diferentes tipos de algoritmos. Entre os métodos mais aplicáveis estão as Redes Neurais Artificiais, Máquinas de Vetores de Suporte, métodos baseados na regra de Bayes e métodos de Krigagem (Afshari et al., 2022).

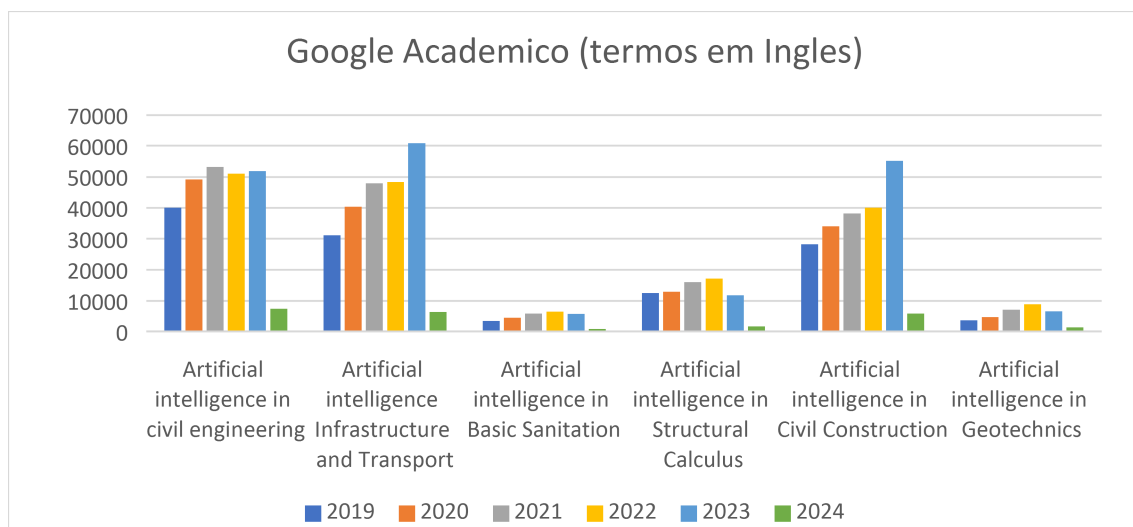
No gráfico 2, são apresentados os resultados em inglês das áreas de atuação da Engenharia Civil. Em comparação com o gráfico anterior, as três áreas mais publicadas foram as mesmas: Engenharia Civil, Infraestrutura e Transporte, e Construção Civil. Uma característica observada foi a homogeneidade das porcentagens, com 30,79% para a primeira área, 28,63% para a segunda, e 24,57% para a terceira, comparando uma com a outra. No entanto, a quantidade de publicações em inglês supera em muito as publicações em português. Por exemplo, "Artificial Intelligence in Civil Engineering" apresenta 14,36 vezes mais resultados do que sua pesquisa em português, "Artificial Intelligence Infrastructure and Transport" apresenta 16,17 vezes mais resultados, e "Artificial Intelligence in Civil Construction" apresenta 7,18 vezes mais resultados do que em português.

A utilização da Inteligência Artificial (IA) tem sido aplicada no setor de transporte, transformando sensores de trânsito em agentes inteligentes para detecção de acidentes, controle de tráfego e otimização do fluxo, além do desenvolvimento de modelos de escolha de rotas. Essas aplicações têm permitido o desenvolvimento de um Sistema de Transporte Inteligente (ABDULJABBAR, 2019). Além disso, na mesma

temática de tráfego, estão sendo utilizados dados aeroespaciais para resolver problemas de previsão de embarque e desembarque em serviços de táxi (JIANG et al., 2019).

Na construção civil, estudos sobre o uso de IA realizam uma análise aprofundada dos métodos produtivos atuais, buscando alternativas para redução de desperdícios, identificação de novas tendências e aprimoramento de processos estabelecidos. Entre os métodos de IA utilizados estão a previsão inteligente de concreto e projeto de construção em termos de alto desempenho e tomada de decisão (MOR et al., 2024). Estudos apontam os principais domínios de IA utilizados na construção civil, incluindo aprendizado profundo, aprendizado de máquina, sistemas de apoio à decisão, processamento de linguagem natural e internet das coisas (GOHEL, 2024).

**Gráfico 2** – Número de resultados de artigos e periódicos encontrados no Google Acadêmicos com termos em inglês



Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Google Acadêmico (2024)

Como observado anteriormente, a área que teve os menores números de pesquisas foi na Geotecnia, representando apenas 3,73% do total de pesquisas desenvolvidas em todas as bases de dados pesquisadas.

Na Geotecnia, um dos principais focos de atenção está no controle de barragens de água. O sensoriamento remoto por satélite para barragens e reservatórios está sendo utilizado para captar, monitorar e interpretar variações nas capacidades de cada

reservatório, indicando estimativas de variáveis e auxiliando na gestão das águas. Isso inclui levantamentos batimétricos, monitoramento de assoreamento de barragens e problemas de erosão em áreas de captação (Adamo et al., 2021).

A técnica de Redes Neurais Artificiais (RNAs) tem sido aplicada na modelagem do comportamento mecânico e hidráulico dos solos na Geotecnia. Uma vantagem desse sistema é sua capacidade de adaptação a novos dados, proporcionando bons resultados de desempenho geralmente avaliados por técnicas estatísticas. Isso permite estimar limites de consistência do solo, compressibilidade unidirecional de solos moles e coeficiente de permeabilidade de solos saturados (Bicalho et al., 2022). A mesma técnica de RNA pode ser empregada em solos colapsáveis e expansivos, reduzindo a necessidade de ensaios diretos na fase de reconhecimento do terreno e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de investigação por meio de condicionantes (Holanda et al., 2021).

#### **4. CONCLUSÕES FINAIS**

Com base nos dados apresentados, é evidente que a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na Engenharia Civil está em ascensão, com áreas como Engenharia Civil, Construção Civil e Infraestrutura e Transporte recebendo a maior parte dos investimentos e atenção. No entanto, outras áreas como Cálculo Estrutural, Saneamento Básico e Geotecnia também mostram potencial para desenvolvimento e pesquisa futura.

As pesquisas realizadas revelam um padrão de interesse consistente em determinadas áreas, enquanto outras podem ser consideradas como oportunidades para avanços e inovações. Notavelmente, as pesquisas em português destacam um interesse particular nas áreas de Cálculo Estrutural e Saneamento Básico, refletindo possíveis demandas e necessidades específicas do Brasil e de outros países de língua portuguesa.

Além disso, a similaridade na aplicação de métodos de IA em diferentes áreas sugere uma interconexão e potencial para compartilhamento de conhecimentos e técnicas entre disciplinas.

Em suma, os dados reunidos indicam que a IA está desempenhando um papel importante na transformação e avanço da Engenharia Civil, abrindo caminho para melhorias em eficiência, segurança e sustentabilidade. Há um vasto campo de

oportunidades para explorar e aprimorar a IA em diversas áreas dentro da Engenharia Civil, impulsionando a inovação e o progresso no setor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., Bagloee, S.A., 2019. **Applications of artificial intelligence in transport: An overview.** Sustainability 11 (1), 1. <http://dx.doi.org/10.3390/su11010189>.

Adamo, N., Al-Ansari, N., Ali, S.H., Laue, J., Knutsson, S., 2021. **Dams safety: Review of satellite remote sensing applications to dams and reservoirs.** J. Earth Sci. Geotech. Eng. 11 (1), 347–438.

Afshari, S.S., Enayatollahi, F., Xu, X., Liang, X., 2022. **Machine learning-based methods in structural reliability analysis: A review.** Reliab. Eng. Syst. Saf. 219, 108223.

Al Aani, S., Bonny, T., Hasan, S.W., Hilal, N., 2019. **Can machine language and artificial intelligence revolutionize process automation for water treatment and desalination?** Desalination 458, 84–96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2019.02.005>.

Bao, Y., Chen, Z., Wei, S., Xu, Y., Tang, Z., Li, H., 2019. **The state of the art of data science and engineering in structural health monitoring.** Engineering 5 (2), 234–242. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eng.2018.11.027>.

Bicalho, K. V., Moreschi, M., Kuster, J. S. H., Filho, A. G. O., Hisatugu, W. **Estudo do uso da Técnica de Redes Neurais Artificiais em Engenharia Geotécnica**, 2022, Cobramseg; Campinas – São Paulo, SP.

DATTA, S. D, ISLAM, M., RAHMAN, S. H., SOBUZ, Ahmed, S., KARB, M. **Artificial intelligence and machine learning applications in tem Project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review.** Heliyon, Vol. 10, Edição 5, 15 de março de 2024 , e26888

Deodato, K., Souza, S. S. F., **Diagnostico de falhas estruturais em um edificio utilizando inteligencia artificial** - Brazilian Journal of Development, 2022 - scholar.archive.org

GOHEL, P., DABRAL, R., Lad, V. H., Patel, K. A., Patel, D. A. **A comprehensive review on application of artificial intelligence in construction management using a science**



**mapping approach**, Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering 2024, Pages 285-300

Jiang, W., Zhang, L., 2019. **Geospatial data to images: A deep-learning framework for traffic forecasting**. *Tsinghua Sci. Technol.* 24 (1), 52–64. <http://dx.doi.org/10.26599/TST.2018.9010033>.

Hariri-Ardebili, MA, Mahdavi, G., Nuss, LK e Lall, U. **The role of artificial intelligence and digital technologies in dam engineering: Narrative review and outlook**. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 106813, 2023.

Holanda, M. J. O., Ferreira, S. R. M., Amorim, S. F., Borges, J. J. S. & Silva, L. F. (2021). **Identification of expansive and collapsible soils in northeastern Brazil from Artificial Neural Networks generated in Pernambuco**. *Research, Society and Development* [s.l.], 10 (15), e110101522541. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.22541

Li, L., Rong, S., Wang, R., Yu, S., 2021. **Recent advances in artificial intelligence and machine learning for nonlinear relationship analysis and process control in drinking water treatment: A review**. *Chem. Eng. J.* 405, 126673. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894720328011>

MOR, N., KUMAR, P., MADHU, JAT, G. L., KUMAR, A., · **Application of artificial intelligence in sustainable construction: A secret eye toward the latest civil engineering techniques**, Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, 2024, Pages 75-91

PAN, Yue; ZHANG, Limao. **Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends**. *Automation in Construction*, v. 122, p. 103517, 2021.

PURDY, Mark; DAUGHERTY, Paul. **Why artificial intelligence is the future of growth. Remarks at AI now: the social and economic implications of artificial intelligence technologies in the near term**, p. 1-72, 2016.