



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS PALMAS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**SAMARA SABINO DA FONSECA**

**APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR  
NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**PALMAS  
2025**

**SAMARA SABINO DA FONSECA**

**APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR  
NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação  
Ciência de Tecnologia do Tocantins. Campus  
Palmas, como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Virley Lemos de Souza

PALMAS  
2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

F676a Fonseca, Samara Sabino da  
APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO  
FERRAMENTA AUXILIAR NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL / Samara Sabino da Fonseca. – Palmas, TO,  
2025.

46 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia  
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientador: Dr. Virley Lemos de Souza

1. Inteligência artificial. 2. Construção civil. 3. Otimizar. I. Souza,  
Virley Lemos de. II. Título.

**CDD 624**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins  
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a).**

**SAMARA SABINO DA FONSECA**

**APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR  
NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Bacharelado em Engenharia Civil do  
Instituto Federal de Educação Ciência de  
Tecnologia do Tocantins. Campus Palmas,  
como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 04/07/2025

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **VIRLEY LEMOS DE SOUZA**  
Data: 08/08/2025 10:43:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Virley Lemos de Souza  
Orientador  
IFTO

Documento assinado digitalmente  
 **ADRIANA SORAYA ALEXANDRIA MONTEIRO**  
Data: 08/08/2025 11:07:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Adriana Soraya Alexandria Monteiro  
IFTO

---

Prof. Elen Oliveira Vianna  
IFTO

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso aos meus pais, fonte de minha força e inspiração, que, com amor incondicional deles, me guiaram, apoiaram e acreditaram em mim em cada passo desta minha jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, saúde e sabedoria que me acompanharam ao longo desta jornada acadêmica. Aos meus pais, minha eterna gratidão pelo amor incondicional, apoio constante e por acreditarem em meu potencial, até mesmo nos meus momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Professor Virley, agradeço pela orientação dedicada, paciência e pelos valiosos ensinamentos que foram fundamentais para a realização deste trabalho. Aos meus amigos, pelo companheirismo, incentivo e por estarem ao meu lado em cada etapa desta caminhada árdua, tornando-a mais leve e significativa. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

“O que todos devemos fazer é nos certificar que estamos usando a inteligência artificial de uma maneira que beneficie a humanidade, e não que a deteriore.” — Tim Cook

## RESUMO

A inteligência artificial (IA) está no centro da nova revolução industrial, transformando a maneira como vivemos e trabalhamos. Tudo começou com o famoso Teste de Turing, proposto por Alan Turing, que levantou a pergunta: "As máquinas podem pensar?". Desde então, a IA avançou a passos largos, com marcos como o desenvolvimento do Machine Learning, em 2010, e o surgimento do ChatGPT, em 2022. Hoje, a IA está presente em diversos setores profissionais, como o bancário, médico, jurídico e da comunicação, desempenhando papéis que vão além da automação básica. Segundo o pesquisador Bruno Figueirêdo, a IA simula o raciocínio humano por meio de algoritmos, sendo capaz de executar desde tarefas operacionais até atividades complexas. As tecnologias que compõem a IA são variadas: Machine Learning, Deep Learning, redes neurais artificiais e até o uso de biomarcadores, com aplicações como reconhecimento de padrões, previsões de comportamento e diagnósticos. Em termos de classificação, a IA pode ser dividida quanto à sua capacidade (estreita, geral e superinteligência) e à funcionalidade (sistemas reativos, com memória limitada, teoria da mente e autoconscientes). Na prática, essas tecnologias estão cada vez mais presentes na rotina, seja por meio de sugestões personalizadas ou assistentes virtuais que facilitam a comunicação. No entanto, o crescimento acelerado da IA também traz desafios, como a substituição de empregos tradicionais e o aumento das desigualdades econômicas globais. Na construção civil, os benefícios são especialmente promissores. A IA está revolucionando o setor ao otimizar processos, reduzir custos e prazos, e melhorar a gestão de obras do início ao fim. Já é possível observar resultados expressivos em áreas como o monitoramento da produtividade de equipes e a organização de almoxarifados. Tecnologias baseadas em visão computacional e deep learning vêm sendo aplicadas com alta precisão para identificar atividades em campo, contribuindo para minimizar atrasos e aumentar a eficiência dos canteiros. Além disso, sistemas inteligentes auxiliam na gestão de materiais, prevendo demandas e organizando estoques de forma mais estratégica. O resultado é uma construção civil mais inteligente, com maior produtividade, controle operacional e economia de recursos.

Palavras-chaves: Inteligência artificial. Construção civil. Otimizar.

## ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is at the heart of the new industrial revolution, transforming the way we live and work. It all began with the famous Turing Test, proposed by Alan Turing, which raised the provocative question: "*Can machines think?*" Since then, AI has advanced rapidly, with key milestones such as the development of Machine Learning in 2010 and the emergence of ChatGPT in 2022. Today, AI is present in various professional sectors—such as banking, healthcare, law, and communications—playing roles that go far beyond basic automation. According to researcher Bruno Figueirêdo, AI simulates human reasoning through algorithms and is capable of performing tasks ranging from operational duties to complex decision-making. AI technologies are diverse: Machine Learning, Deep Learning, artificial neural networks, and even biomarker usage, each with specific applications such as pattern recognition, behavior prediction, and diagnostics. In terms of classification, AI can be divided by its capacity (narrow, general, and superintelligence) and by its functionality (reactive systems, limited memory, theory of mind, and self-awareness). In practice, these technologies are increasingly part of our daily lives, whether through personalized recommendations on shopping platforms or virtual assistants that facilitate communication. However, the rapid growth of AI also brings significant challenges, such as the replacement of traditional jobs and the widening of global economic inequalities. In the construction sector, the benefits are particularly promising. AI is revolutionizing the field by optimizing processes, reducing costs and deadlines, and improving project management from start to finish. Notable results can already be seen in areas like team productivity monitoring and warehouse organization. Computer vision and deep learning-based technologies are being applied with high precision to identify field activities, helping to reduce delays and increase on-site efficiency. Additionally, intelligent systems assist in material management by forecasting demand and organizing inventory more strategically. The result is a smarter construction industry, with greater productivity, operational control, and resource savings.

Keywords: Artificial Intelligence. Construction Industry. Optimize.

## **LISTA DE SIGLAS**

IA - Inteligência Artificial

ML - Machine Learning

DL - Deep Learning

RN - Redes Neurais

FMI - Fundo Monetário Internacional

UNICREA - Universidade Corporativa do CREA -SC

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

UFAC - Universidade Federal do Acre

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados

ConJur- Consultor Jurídico

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ADA - Analisadora e Diligenciadora Automática

IoT - Internet das Coisas

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 1 - Exemplos de aplicação da inteligência artificial .....                     | 13        |
| Figura 2 - Modelo de inteligência artificial .....                                    | 14        |
| <i>Figura 3 - Taxa de crescimento de produtividade total dos EUA (% ao ano) .....</i> | <i>17</i> |
| Figura 4 - Cartaz do filme do "O jogo da imitação" .....                              | 21        |
| Figura 5 - Continentes com maiores empregos da robótica .....                         | 24        |
| Figura 6 - Utilização de drone.....                                                   | 26        |
| Figura 7 - Inteligência artificial na engenharia civil.....                           | 28        |
| Figura 8 - Fluxograma do trabalho.....                                                | 29        |
| Figura 9 - Robô ADA .....                                                             | 32        |
| Figura 10 - Pintura automatizada .....                                                | 34        |
| Figura 11 - Limpeza automatizada .....                                                | 35        |
| Figura 12 - Nivelamento da laje automatizada .....                                    | 35        |
| Figura 13 - Reconhecimento facial com utilização de dados .....                       | 37        |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 01: Classificação dos tipos de inteligência artificiais .....       | 22 |
| Quadro 02: Ferramentas voltadas para Construção Civil e BIM .....          | 38 |
| Quadro 03: Ferramentas de Produtividade e Geração de Conteúdo com IA ..... | 39 |

## SUMÁRIO

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                              | 13 |
| 1.1 Problema de pesquisa                                                         | 16 |
| 1.2 Justificativa                                                                | 17 |
| 1.3 Objetivos                                                                    | 19 |
| 1.3.1 Objetivo geral                                                             | 19 |
| 1.3.2 Objetivo específico                                                        | 19 |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>                                                   | 19 |
| 2.1 Definição da Inteligência Artificial                                         | 19 |
| 2.2 Histórico da Inteligência Artificial                                         | 20 |
| 2.3 Tipos de Inteligência Artificial                                             | 22 |
| 2.4 Extensão da IA                                                               | 23 |
| 2.5 Vantagens e desvantagens da IA                                               | 24 |
| 2.6 Aplicações de drones nas obras                                               | 25 |
| 2.7 NBR Inteligência Artificial                                                  | 26 |
| 2.8 Utilização da IA no BIM                                                      | 27 |
| 2.9 Planejamento e gerenciamento com IA                                          | 27 |
| <b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>                                             | 28 |
| 3.1 Abordagem geral da pesquisa                                                  | 28 |
| 3.2 Etapas metodológicas                                                         | 29 |
| <b>4 RESULTADOS E ANÁLISE</b>                                                    | 30 |
| 4.1 Estudos de casos práticos com aplicação de robôs na construção civil         | 30 |
| 4.1.1 Robô de entrega autônomo com inteligência artificial do iFood              | 30 |
| 4.1.2 Utilização em obras verticais na China                                     | 33 |
| 4.2 Reconhecimento facial e suas possibilidades de aplicação na construção civil | 36 |
| 4.2.1 Utilização do reconhecimento facial na construção civil                    | 37 |
| 4.3 Interfaces e funções dos aplicativos                                         | 37 |
| 4.4 Perspectivas de aplicação futuras na construção civil com IA                 | 40 |
| <b>5 CONCLUSÃO</b>                                                               | 42 |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                                | 43 |

## 1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial está sendo impulsionada pelo desenvolvimento tecnológico, que é a inteligência artificial (IA). As mais recentes ondas foram em 2010 com a *Machine Learning* (ML) que é uma estatística computacional que realiza previsões de dados não estruturados e 2022 com o *ChatGPT* considerado como um *chat* onde o usuário realiza perguntas e ele responde em questão de segundos de forma certa e objetiva. Antes era algo distante, hoje a IA avança em vários ramos profissionais, como: Bancário, medicina, aplicativos de rotas, jurídica, lojas virtuais, social, comunicação, marketing, empresarial e dentre outros, como mostra na figura 01.

Figura 1 - Exemplos de aplicação da inteligência artificial

| Financeiro                                                                          | Governo                                                                             | Saúde                                                                               | Indústria e Comunicação<br>Energia                                                   |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |
| <b>Detecção de Fraude</b>                                                           | <b>Cidades Inteligentes</b>                                                         | <b>Previsão de diagnósticos</b>                                                     | <b>Otimização de suplementos</b>                                                     | <b>Chatbots</b>                                                                       |
| <b>Análise de Crédito</b>                                                           | <b>Sensores</b>                                                                     | <b>Imagens médicas</b>                                                              | <b>Detecção automatizada de defeito</b>                                              | <b>Marketing personalizado</b>                                                        |
| <b>Prevenção de Churn</b>                                                           | <b>Reconhecimento facial</b>                                                        | <b>Monitores de Saúde</b>                                                           | <b>Previsão de energia</b>                                                           | <b>Sistema de recomendação</b>                                                        |
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      | <b>Assistente Pessoais</b>                                                            |

Fonte: Flai, 2020

A inteligência artificial de acordo com os estudos do PhD Bruno Figueirêdo, é uma imitação do raciocínio humano através de algoritmos, pois realizam tarefas sem ação humana em determinados níveis de atuação, desde trabalhos manuais, quanto racionais.

Segundo a revista SOCESP, existem diferentes métodos de inteligência artificial que tem a função de demonstrar o comportamento inteligente que são o *Deep Learning* (DL), *Machine Learning* (ML), redes neurais (RN) e biomarcadores.

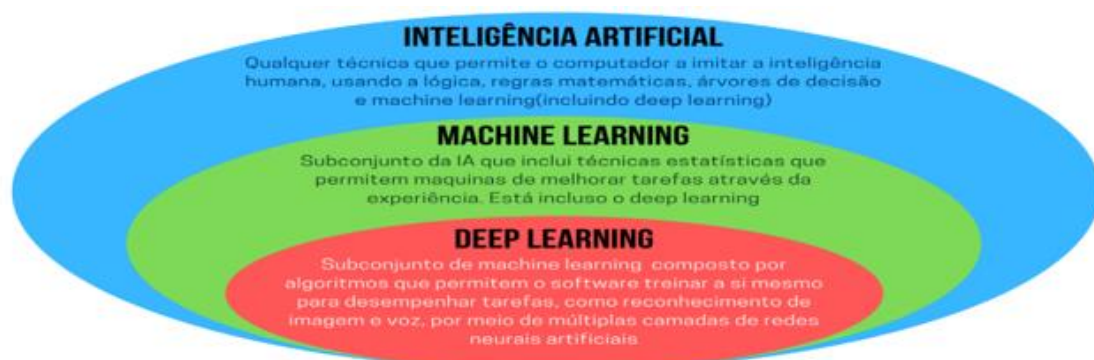
O DL limita o comportamento do cérebro analisando dados com níveis de maiores complexidades, como imagens, sons e textos, exemplo mais utilizados são Chatbot no caso Alexa imitando a fala humana.

ML utiliza dados mais estruturados como tabelas, o que consegue identificar padrões e analisar os dados, pois o computador é programado para resolver problemas, reprogramando de forma contínua ou analisando nos bancos de dados anteriores, ou seja, ele é programado para se caso repetir o problema, resolver da mesma forma.

RN possui uma inspiração do cérebro humano, obtendo neurônios artificiais capazes de realizar tarefas como reconhecimento de padrões, previsão e tomada de decisões, funcionando com coleta de dados na primeira camada, após vêm as camadas ocultas (intermediárias) que funcionam como caixa preta, processando os dados gerando representações complexas, não possíveis de visualizar, para chegar na última camada onde sai resultados finais de forma mais otimizada, esse tipo auxilia nos diagnósticos médicos.

Isso demonstra como a inteligência artificial abrange diferentes níveis e tecnologias, conforme representado na Figura 02, onde é possível visualizar que técnicas como *machine learning* e *deep learning* fazem parte desse ecossistema. É justamente por meio dessas tecnologias, em especial o deep learning, que sistemas avançados conseguem realizar análises complexas, como o processamento de áudios, reconhecimento de padrões vocais e identificação de biomarcadores, capazes até de diagnosticar condições como intoxicação aguda ou crônica a partir da voz.

Figura 2 - Modelo de inteligência artificial



Fonte: LinkedIn, 2020

A aplicação da inteligência artificial na construção civil pode trazer uma série de benefícios, principalmente na otimização de processos. Com isso, gera grandes impactos em diferentes aspectos do setor, tanto no canteiro de obras quanto nos ambientes administrativos, como na otimização do planejamento, projeto, execução, manutenção, entre outros.

Um exemplo relevante dessa integração tecnológica é a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), que tem se destacado como uma ferramenta essencial para o gerenciamento eficiente de obras. O BIM permite a criação de modelos digitais tridimensionais que integram informações geométricas, cronológicas, financeiras e operacionais ao longo de todo o ciclo de vida da edificação. Ao ser associado à inteligência artificial, o BIM pode potencializar ainda mais os processos decisórios, prever falhas, simular cenários e oferecer soluções otimizadas, promovendo maior precisão e economia de recursos nos empreendimentos da construção civil.

A IA irá analisar os dados, identificar padrões, melhorar a eficiência, reduzir custos e tempo. A revista UNICREA fez um estudo que indica que a IA tem progressos ao ponto de aperfeiçoar os engenheiros de maneira nova em relação ao que eles avaliam e desempenham a estrutura, evidenciando possíveis incompatibilidades antes mesmo do início de uma obra, o que permite os engenheiros se concentrarem em tarefas mais complexas, robotizando as mais simples, potencializando a eficiência de toda a cadeia profissional.

Além disso, uma área que se beneficia diretamente da aplicação da inteligência artificial na construção civil é o setor de almoxarifado. A gestão de materiais nos canteiros de obras é frequentemente marcada por falhas de controle, desperdícios e atrasos na reposição de insumos. Com o uso de tecnologias baseadas em IA, é possível automatizar o controle de entrada e saída de materiais, prever demandas futuras com base em padrões de consumo e organizar estoques de forma estratégica. Isso contribui significativamente para a redução de perdas, otimização do tempo e aumento da eficiência logística no ambiente da obra, reforçando o papel da IA como agente transformador na cadeia produtiva da construção civil.

Diante da crescente demanda por eficiência e da escassez de profissionais com qualificação técnica específica, a construção civil tem adotado o uso de robôs e tecnologias automatizadas como forma de otimizar processos. Essas soluções são

aplicadas em tarefas como alvenaria, impressão 3D, inspeções e gestão de materiais, contribuindo para maior produtividade, precisão e segurança nos canteiros de obras, além de complementar o trabalho humano de forma estratégica.

## **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

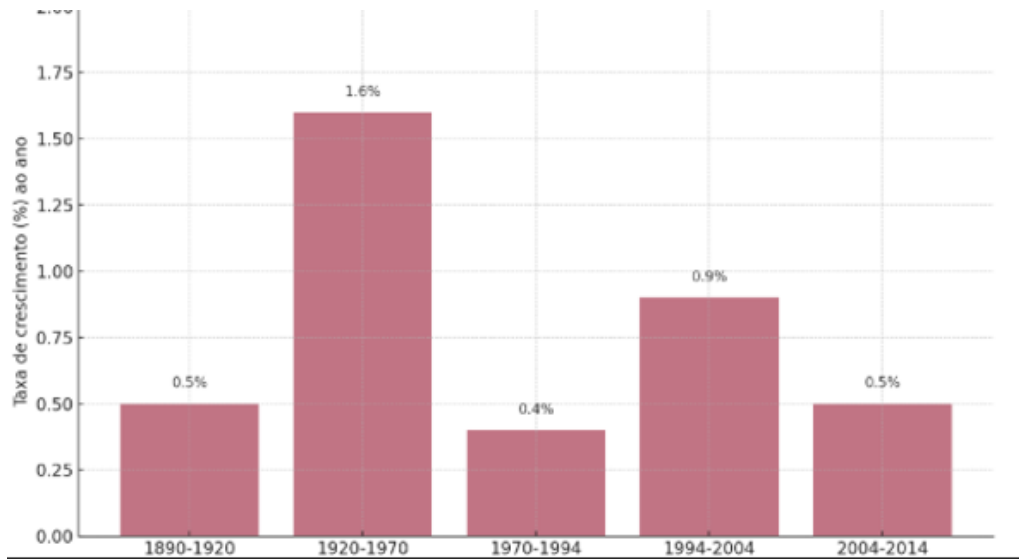
A inteligência artificial será capaz de auxiliar, de forma prática e eficiente, os engenheiros civis no desempenho de suas atividades?

No Brasil, a engenharia civil ainda apresenta um desenvolvimento limitado em relação à integração com a área da informática, diferentemente de outros países que investem significativamente nesse campo e, como resultado, alcançam avanços mais expressivos. Essa carência tecnológica compromete diretamente a assertividade nas tomadas de decisão e a otimização do tempo na execução dos serviços.

Os colaboradores, muitas vezes, não apresentam um rendimento satisfatório diante de atividades rotineiras e repetitivas, uma vez que tarefas que um ser humano levaria um dia inteiro para realizar, a inteligência artificial pode resolver em questão de segundos. Esse cenário impacta de forma direta nos resultados finais, refletindo no desempenho e na qualificação dos profissionais da área.

Diante disso, o problema de pesquisa concentra-se em compreender como a ausência de otimização de processos na engenharia civil compromete a eficiência das atividades do engenheiro, especialmente em um contexto em que se exige decisões rápidas, precisas e confiáveis. Assim, questiona-se: de que forma a inteligência artificial pode ser utilizada como ferramenta auxiliar para otimizar os processos na construção civil, contribuindo para uma atuação mais eficiente dos engenheiros? A Figura 03, a seguir, apresenta a taxa mencionada.

*Figura 3 - Taxa de crescimento de produtividade total dos EUA (% ao ano)*



Fonte: Eco Debate, 2017

A figura 3 ilustra a taxa de crescimento da produtividade nos Estados Unidos ao longo das décadas, evidenciando o impacto positivo da adoção de tecnologias em setores diversos. Esse dado reforça a relevância de se investigar como a inteligência artificial pode contribuir para elevar a produtividade também na engenharia civil brasileira, superando limitações operacionais e promovendo uma atuação mais estratégica, ágil e eficaz por parte dos profissionais da área.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A utilização para trabalhar com os algoritmos determina uma facilidade de executar tarefas mais complexas e de alto valor com mais cuidado e tempo, o que destaca um aumento significativo do desenvolvimento do profissional em tarefas rotineiras, o que torna essencial em campo, devido a praticidade e eficiência nos resultados referente as demandas passadas pelo programa.

A utilização da IA aumentou de forma exponencial mundialmente atingindo inúmeras profissões, o que possibilita moldagem no futuro, pois obterá soluções mais eficientes e sustentáveis, devido a capacidade de analisar grandes volumes de dados em um curto período, obtendo a criatividade, inovação e que supera limitações.

A ausência da nova tecnologia irá permanecer de forma retrógrada, pois sem o acompanhamento da revolução industrial, retarda o crescimento do país. Neste caso, o profissional da área da construção civil ficará de forma sobrecarregada, com as demandas que surgem de forma diária, para resolver situações rotineiras e as que

surtem durante a execução da obra, o que torna mais exaustivo e estressante. Sendo assim, torna a produtividade retardada e arcaica, podendo ser atropelada pelas inovações futuras.

Nesse contexto, com a utilização e elaboração de um programa com determinações de tarefas específicas e de fácil compreensão, possibilita a facilidade de ter o acompanhamento da produtividade dos colaboradores. Nesse sentido, a IA é programada para fazer o determinado serviço e com o tempo desbloqueia outras funções semelhantes, o que desenvolve resultados mais rápidos.

Nesse sentido, é necessário que o profissional esteja disposto a ser volátil e aprender sempre coisas novas, afinal com o bom profissional é aquele que se desenvolve junto com as inovações futuras.

A inteligência artificial é o presente e o futuro, então o bom profissional será aquele que irá se moldar com as novas atualizações e aprender a utilizar ferramentas, que proporcionem a melhoria referente a ação e a inteligência humana, se destacando, tornando a IA o seu maior aliado em relação ao seu desempenho profissional, pois implicam em obras mais rápidas e econômicas.

De acordo com *Bock* (2020), a utilização de algoritmos mais avançados tem o potencial de diminuir de forma significativa tanto o tempo quanto o custo dos projetos, ao automatizar atividades repetitivas e aprimorar a precisão das estimativas de custos e prazos. Além disso, as tecnologias de machine learning podem ser aplicadas para prever falhas estruturais antes mesmo que ocorra, proporcionando uma abordagem proativa à manutenção.

Conforme descrito por *Zhang* e colaboradores (2019), o uso de técnicas avançadas de análise de dados pode revelar padrões que escapam à percepção humana, possibilitando uma tomada de decisão embasada.

A utilização desta aplicação de algoritmos pode aprimorar a logística no canteiro de obras. Não se restringindo apenas ao planejamento e execução de projetos, as aplicações práticas da inteligência artificial na construção civil abrangem também questões ligadas à sustentabilidade e à segurança dos trabalhadores.

## **1.3 OBJETIVO**

### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o uso da inteligência artificial como ferramenta auxiliar na otimização dos processos na construção civil, explorando aplicações já existentes que possam ser reaplicadas ou adaptadas conforme as necessidades dos engenheiros, especialmente no desempenho de tarefas rotineiras e operacionais.

### **1.3.2 Objetivo específico**

- Realizar o monitoramento integral do colaborador para obter a produtividade;
- Aplicar inteligência artificial no monitoramento e atualização automática de entradas e saídas de estoque no almoxarifado;
- Avaliar a aplicação de robôs inteligentes com (IA) na execução de tarefas de logísticas para suprir a carência de mão de obra nos canteiros de obras.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Definição da Inteligência Artificial**

A Inteligência Artificial (IA) é a capacidade de programas e aplicativos realizarem diversas tarefas utilizando algoritmos de linguagem de programação. Ao empregar esses códigos, o sistema consegue simular o raciocínio humano com base em dados e padrões estabelecidos, solucionando problemas em segundos e tomando decisões de forma mais assertiva e rápida. Dada a dificuldade de uma definição formal precisa, visto que seria necessário, primeiramente, definir a própria inteligência, algumas conceituações operacionais foram propostas. Segundo *Michie e Meltzer* (1969, apud *Inteligência Artificial*, 2010), uma máquina pode ser considerada

inteligente se for capaz de solucionar uma classe de problemas que normalmente exigiriam inteligência humana para serem resolvidos.

## 2.2 Histórico da Inteligência Artificial

De acordo com a Universidade Federal do Acre (UFAC), o desenvolvimento da inteligência artificial (IA) remonta à década de 1950, com importantes marcos históricos. Em 1950, o matemático Alan Turing propôs o Teste de Turing, um experimento destinado a avaliar a capacidade de uma máquina imitar o comportamento humano por meio da comunicação escrita. Caso um terço dos participantes confundisse a máquina com um ser humano, ela seria considerada “inteligente”. Essa proposta inspirou, décadas depois, o filme *O Jogo da Imitação*, lançado em 2015, que retrata a trajetória de *Turing*.

Na sequência, em 1951, *Marvin Minsky* desenvolveu a *Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator* (SNARC), considerada a primeira máquina de rede neural artificial da história. O objetivo do dispositivo era aprender a sair sozinha de um labirinto, sendo um dos primeiros exemplos de aprendizado por reforço.

Em 1958, foi criada a linguagem de programação *Lisp*, que se tornou padrão no desenvolvimento de aplicações em inteligência artificial, devido à sua estrutura flexível e capacidade de manipulação simbólica. A *Lisp* influenciou diversas linguagens posteriores, consolidando uma família de linguagens voltadas à IA.

No ano seguinte, em 1959, o termo *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina) foi utilizado pela primeira vez. A ideia consistia em permitir que computadores aprendessem a partir de dados, sem necessidade de programação explícita para cada tarefa, possibilitando a execução automática de funções com base em padrões aprendidos.

Em 1964, surgiu o primeiro *chatbot* da história: Eliza, desenvolvido por *Joseph Weizenbaum*. O sistema simulava um terapeuta, fornecendo respostas empáticas e genéricas baseadas nas entradas dos usuários. O sucesso da ferramenta incentivou a continuidade das pesquisas em interfaces conversacionais.

Já no início dos anos 2000, a inteligência artificial passou a ser estudada para aplicação em veículos autônomos, embora os altos custos ainda sejam uma barreira para sua implementação em larga escala. Em 2006, houve um avanço significativo com o desenvolvimento do *Deep Learning*, técnica baseada em redes neurais

profundas que aumentou exponencialmente a capacidade de processamento e reconhecimento de padrões, como a classificação de imagens. Um exemplo simbólico desse avanço foi o uso do aprendizado profundo para treinar algoritmos capazes de por exemplo, reconhecer gatos em vídeos do YouTube.

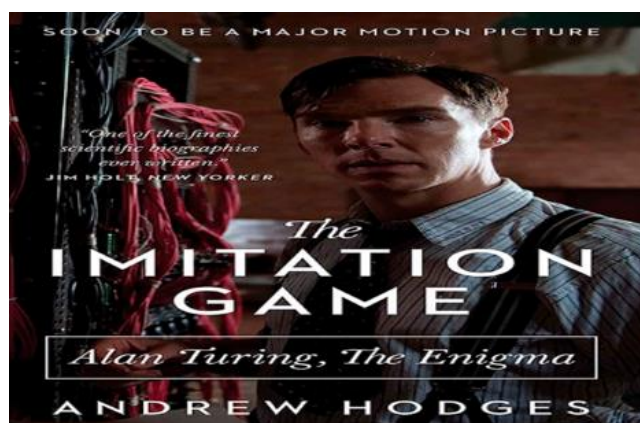
A Eliza também serviu de inspiração para o surgimento de assistentes virtuais, como a Siri (lançada pela Apple em 2011), a *Alexa (Amazon)*, a Cortana (*Microsoft*) e o Google Assistente, promovendo uma nova era de interação entre humanos e máquinas.

Com o avanço da chamada Quarta Revolução Industrial, surgem também preocupações de ordem ética e científica. Questões como o controle humano sobre sistemas inteligentes, o impacto da IA no mercado de trabalho e os riscos ao acesso a direitos humanos vêm sendo amplamente discutidas. O debate inclui ainda reflexões sobre a superação de paradigmas antropocêntricos e o enfrentamento de desafios relacionados ao especismo na era das máquinas inteligentes.

Nos anos recentes, a inteligência artificial se popularizou por meio de sua integração a celulares, jogos eletrônicos, internet *banking*, *chatbots* e outras tecnologias de uso cotidiano. Em 2021, foi lançada a ADA, e em 2023, três ferramentas revolucionaram o cenário global: o *DALL·E*, o *Midjourney* e o *ChatGPT*, este último sendo amplamente utilizado em diferentes áreas do conhecimento e setores da economia.

Esses avanços evidenciam o ritmo acelerado de desenvolvimento da IA e sua influência crescente na sociedade contemporânea, como ilustrado na Figura 04, que apresenta o cartaz do filme inspirado na trajetória de Alan Turing.

Figura 4 - Cartaz do filme do "O jogo da imitação"



Fonte: Adoro cinema, 2014

A Figura 4, que apresenta o cartaz do filme O Jogo da Imitação, reforça a importância histórica de Alan Turing para o surgimento da inteligência artificial, evidenciando como sua contribuição ultrapassa o campo da tecnologia e desperta reflexões atuais sobre o papel das máquinas na vida humana. Ao revisitar os principais marcos da evolução da IA, torna-se evidente que seu desenvolvimento está intrinsecamente relacionado a aspectos sociais, culturais e éticos, cuja compreensão é essencial para a análise de seu impacto no mundo contemporâneo.

2.3 Tipos de Inteligência Artificial

No contexto atual, além das divisões criadas pela IA, existem os tipos de inteligências artificiais, exposto na tabela 1 são:

Quadro 1 - Classificação de tipos de inteligência artificial

| Tipos de inteligência artificial |                                                |                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Segundo a capacidade             | Inteligência artificial limitada (ou estreita) | Tem a capacidade de desempenhar determinada tarefa para a qual foi designada.                                                                                                                               |
|                                  | Inteligência artificial geral                  | Tem a capacidade de aprender e desempenhar qualquer tarefa que os seres humanos realizam.                                                                                                                   |
|                                  | Superinteligência artificial                   | Representa a simulação por completo das funcionalidades do cérebro humano, sendo o modelo mais avançado de IA.                                                                                              |
| Segundo a funcionalidade         | Máquinas reativas                              | Funcionam com base em uma reação ao cenário dado, e não em tarefas pré-programadas ou pela memória. Forma mais antiga de IA, com alta limitação.                                                            |
|                                  | Memória limitada                               | Funciona pela análise de comportamentos anteriores que ficaram gravados na memória da IA. Com base nisso, consegue tomar decisões e realizar tarefas.                                                       |
|                                  | Teoria da mente                                | Em fase de desenvolvimento, tem como função identificar e compreender as diferentes emoções, os pensamentos e os sentimentos que ocorrem no cérebro humano, melhorando as interações estabelecidas pela IA. |
|                                  | Autoconsciente                                 | Esse tipo de IA poderia desenvolver pensamentos e emoções próprias, sem o auxílio de comandos ou algum tipo de pré-programação. Ainda fica no campo da hipótese.                                            |

Fonte: Uol, 2024

Portanto, compreender os diferentes tipos de inteligência artificial permite não apenas identificar seu estágio atual de desenvolvimento, mas também visualizar seu potencial futuro. Essa classificação orienta o direcionamento de pesquisas e aplicações, promovendo o uso consciente e estratégico da IA em diversas áreas, inclusive na engenharia civil. A definição clara dos tipos de IA é essencial para

estabelecer limites técnicos e éticos, além de facilitar a implementação de soluções compatíveis com as necessidades específicas de cada setor.

## **2.4 Extensão da IA**

A IA é uma ferramenta extremamente importante nos dias atuais, ela é utilizada desde a maneira mais simples ao avançado nas vidas das pessoas, e a cada dia possui uma evolução e um jeito novo de ser explorada, exemplos diários que são utilizadas são o envio e recebimento de mensagens eletrônicas, uso de aplicativos como: Banco, compras, músicas, filmes e dentre outros, aplicativos de rota para encontrar o melhor caminho, lojas virtuais e etc.

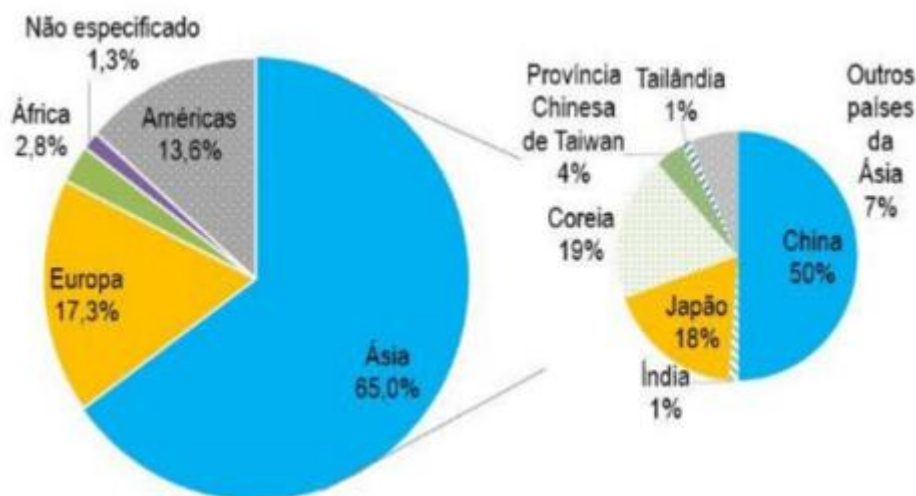
Em suma, notoriamente essa ferramenta progrediu na vida dos seres humanos mundialmente, atingindo grandes evoluções em diferentes países, alguns mais que os outros.

Estudos do FMI mostram ameaças nas divisões de países ricos e pobres ao transferir mais investimentos para economias nessa área, possibilitando a substituição da mão de obra não qualificada por robôs, outra possibilidade é na potencialização do profissional com a revolução robótica.

O bom profissional irá utilizar a ferramenta para obter maiores desenvolvimentos pessoais em relação a sua produtividade de serviços, pois a produtividade dos robôs é alta, conseguindo resolver problemas fáceis e diários de forma rápida, o que terá mais tempo para poder resolver problemas mais complexos que surgem durante o dia.

Conforme a figura 6, a Ásia é líder mundial em relação a empregos de manufatura robótica, com 65% nas indústrias.

Figura 5 - Continentes com maiores empregos da robótica



Fonte: Federação Internacional da Robótica e cálculos do corpo técnico do FMI

Diante de sua ampla aplicabilidade, a inteligência artificial tem se consolidado como uma tecnologia-chave na transformação digital da sociedade. Sua presença em atividades cotidianas, setores produtivos e serviços especializados reforça sua relevância global. Ao analisar o cenário internacional, torna-se evidente que os países que mais investem em IA colhem benefícios significativos em produtividade, competitividade e inovação. Essa realidade evidencia a necessidade de fomentar o desenvolvimento e a aplicação da IA também em contextos locais, como forma de impulsionar o progresso econômico e social.

## 2.5 Vantagens e desvantagens da IA

De acordo com André (2021), um dos receios associados à utilização da IA é, justamente, o impacto da mesma no mercado de trabalho. Alguns estudos mostram que as atividades profissionais irão desaparecer, sendo substituídas por atividades até então desconhecidas ou inimagináveis. Muitas vezes são publicadas listas de profissões com maior probabilidade de desaparecer no futuro.

A IA tem os benefícios potenciais de reduzir a exposição das pessoas a situações e atividades perigosas e de reduzir a necessidade de realizar tarefas tediosas, repetitivas e monótonas, libertando as pessoas para atividades mais agradáveis e estimulantes.

Um efeito colateral é a redução do número de horas de trabalho, o que permite passar mais tempo com a família e amigos e em atividades de lazer. Um fenômeno semelhante ocorreu durante a revolução industrial (Carvalho, 2021).

## **2.6 Aplicações de drones nas obras**

Segundo o SEBRAE (2023), o drone já é utilizado na aplicação de projeto de loteamento, como na topografia inicial do terreno, análise de área e definição da aquisição, estudo de viabilidade e mapeamento de fachada utilizando a câmera em 45° para obter a medida da fachada em alta resolução.

O acompanhamento de obras com drone é uma inovação na gestão de projetos na construção civil. Em vez de depender apenas de observações visuais ou relatórios manuais, essa técnica utiliza drones equipados com câmeras e sensores para coletar dados detalhados do canteiro de obras.

Essas informações são processadas por softwares especializados, criando mapas 3D e modelos digitais da obra em tempo real. Isso proporciona à equipe de gestão de projetos uma visão precisa e atualizada do progresso da construção, facilitando a identificação de problemas e a tomada de decisões corretivas.

Segundo Software Mappa, para que a obra evolua é necessário que o engenheiro continue com a inspeção e avalie o progresso da obra, obtendo uma tomada de decisão mais rápida. Essas inspeções que ocorrem com o drone concluem tarefas de forma mais rápida, possibilitando prazos mais curtos a entrega das obras. Conforme o SEBRAE(2023), no futuro pode haver a utilização dos drones no ramo da construção civil são: O mapeamento da área construída in loco além do projeto, a segurança para analisar falhas antes de ocorrer, acompanhamento da obra, medições e análises. Na figura 07 mostra o engenheiro com a utilização dessa tecnologia em campo.

Figura 6 - Utilização de drone



Fonte: Makeda engenharia, 2024

Dessa forma, a utilização de drones representa uma solução tecnológica promissora para a modernização da gestão de obras civis, permitindo a coleta de dados mais precisos e em tempo real. A integração dessas informações a softwares especializados potencializa a tomada de decisões técnicas mais rápidas e assertivas, reduzindo riscos, otimizando prazos e garantindo maior controle sobre o andamento das etapas construtivas. Com isso, reforça-se o papel da inovação digital como aliada na eficiência e qualidade dos projetos de engenharia.

## **2.7 NBR Inteligência Artificial**

Para a utilização desse trabalho é necessário seguir as diretrizes da norma regulamentadora que implementa a ética, responsabilidade e eficácia da inteligência artificial aplicada na construção civil. Dessa forma, possui algumas NBR's como a ABNT NBR ISO/IEC 38507:2023 de Governança de TI – Implicações de governança do uso de inteligência artificial pelas organizações, ABNT NBR ISO/IEC 23894:2023 de Inteligência Artificial – Orientações sobre gestão de risco e ABNT NBR ISO/IEC 22989:2023 de inteligência artificial – Conceitos de inteligência artificial e terminologia, ABNT NBR ISO/IEC 42001:2024 – Sistema de gestão de IA, ABNT ISO/IEC TR 24027:2024 – Tecnologia da informação – Inteligência artificial (IA).

Atualmente, não há uma norma ABNT específica para o uso da inteligência artificial na construção civil. No entanto, essas normas gerais podem ser aplicadas e adaptadas a esse setor, fornecendo diretrizes para o uso ético, seguro e eficiente da

IA em atividades como planejamento, automação de processos, monitoramento de obras e apoio à tomada de decisões.

## **2.8 Utilização da IA no BIM**

A integração entre o *Building Information Modeling* (BIM) e a inteligência artificial (IA) proporciona ganhos significativos na construção civil, permitindo a previsão de conflitos, a automação da extração de quantitativos e a identificação de riscos no planejamento, o que resulta em maior eficiência e assertividade nos processos construtivos (CESAR, 2025). Um exemplo é a utilização do *ChatGPT* como assistente no *AutoCAD*, que apoia a criação de desenhos, a execução de comandos específicos e a sugestão de alternativas de design, além de indicar soluções para conflitos técnicos e oferecer informações relevantes em tempo real. Essa integração favorece a inovação, agiliza a tomada de decisões e contribui para resultados mais rápidos e precisos.

Segundo publicação no portal Engenharia 360, “a combinação do *AutoCAD* com o *ChatGPT* permite automatizar tarefas repetitivas, geração de desenhos padrão, aplicação de comandos específicos, além de auxiliar na produção de anotações e relatórios técnicos” (ENGENHARIA 360, 2023). Além disso, algoritmos de aprendizado de máquina podem detectar inconsistências nos modelos, prever problemas e propor soluções baseadas em dados históricos, otimizando o design, melhorando a distribuição de espaços e auxiliando na seleção de materiais. Essas funcionalidades tornam o processo de modelagem mais inteligente e responsivo.

Outra aplicação relevante está na análise de desempenho de edificações, onde a IA contribui para prever comportamentos estruturais e energéticos. Com isso, é possível realizar simulações mais precisas e promover edificações mais sustentáveis e eficientes.

## **2.9 Planejamento e gerenciamento com IA**

O uso da Inteligência Artificial no planejamento e gerenciamento de obras, em conjunto com o BIM, tem se tornado uma tendência crescente. A IA permite analisar grandes volumes de dados provenientes do modelo BIM e de outras fontes, como sensores e cronogramas, tornando a tomada de decisão mais estratégica e eficiente.

No planejamento, a IA pode prever atrasos, identificar gargalos logísticos e propor cronogramas otimizados. Com o auxílio de dados históricos e de algoritmos preditivos, é possível estimar prazos e custos com maior precisão, além de realizar replanejamentos dinâmicos em tempo real, conforme o andamento da obra.

Já no gerenciamento, a IA pode ser usada para monitorar o uso de recursos, prever falhas, e avaliar o desempenho da construção. O uso de câmeras e drones com visão computacional, por exemplo, permite acompanhar o progresso da obra remotamente. Além disso, a integração com sensores IoT (Internet das Coisas) possibilita o acompanhamento de variáveis como temperatura, vibração e consumo de energia.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Abordagem da pesquisa**

De acordo com Wang et al. (2022), pesquisas comparativas evidenciam que iniciativas que utilizam Inteligência Artificial (IA) apresentam avanços significativos em prazo, custo e qualidade quando comparadas a métodos tradicionais. A literatura especializada indica que, diante da crescente complexidade dos projetos e da busca por maior produtividade, a IA se apresenta como uma alternativa eficaz para aprimorar procedimentos e impulsionar resultados.

Figura 7 - Inteligência artificial na engenharia civil



Fonte: Ad Normas, 2023

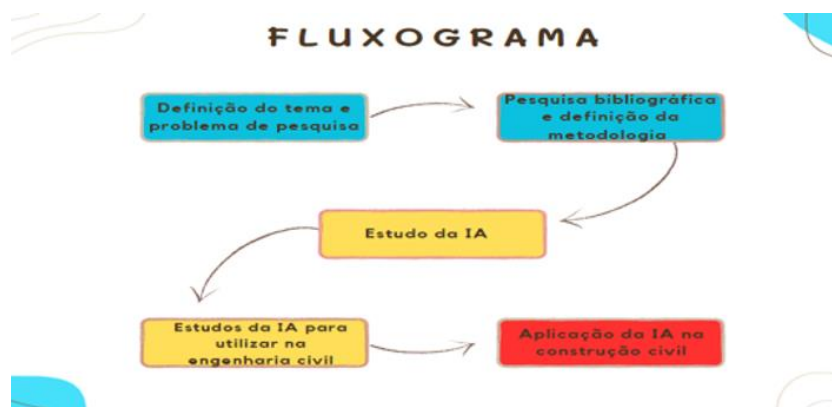
Estudos apontam que a aplicação de IA na construção civil, por meio de ferramentas de análise de dados, algoritmos de aprendizado de máquina e processos automatizados, pode contribuir para otimizar cronogramas, reduzir custos operacionais e melhorar a qualidade final das entregas. A Figura 08 ilustra parte dessa modernização, conforme descrito em publicações técnicas recentes.

Dessa forma, a literatura analisada busca oferecer base teórica para compreender os impactos e as possibilidades da aplicação da Inteligência Artificial na construção civil, destacando seu potencial para promover maior eficiência no planejamento e na gestão de obras. De acordo com Wang et al. (2022), pesquisas comparativas evidenciam que iniciativas que utilizam IA apresentam avanços significativos em prazo, custo e qualidade quando comparadas a métodos tradicionais. Publicações técnicas indicam que, diante da crescente complexidade dos projetos e da demanda por produtividade, a IA configura-se como uma ferramenta estratégica para otimizar processos, reduzir custos operacionais e melhorar a assertividade das decisões. A Figura 08 exemplifica parte dessa modernização descrita na literatura especializada.

### 3.2 Etapas metodológicas

Na figura 09 temos o fluxograma da realização do trabalho, que mostra a realização do trabalho e as diferentes cores representam: azul primeira parte a ser realizada, amarelo após o azul, vermelho é a aplicação dela no trabalho, ou seja, a finalização.

Figura 8 - Fluxograma do trabalho



Fonte: Autor, 2023

O fluxograma apresentado sintetiza a sequência metodológica adotada, evidenciando as etapas já realizadas, em execução e previstas, garantindo clareza ao desenvolvimento do trabalho.

## **4.0 RESULTADOS E ANÁLISE**

### **4.1 Estudos de casos práticos com aplicação de robôs na construção civil**

Com base na revisão teórica e nas tecnologias levantadas, foram selecionados estudos de casos práticos que demonstram o uso bem-sucedido da inteligência artificial em projetos reais da engenharia civil. Esses exemplos, retirados de fontes técnicas e científicas, destacam não apenas as aplicações das ferramentas de IA, mas também os ganhos concretos em produtividade e eficiência, além dos desafios enfrentados durante a implementação.

#### **4.1.1 Robô de Entrega Autônomo com Inteligência Artificial do iFood**

Este estudo de caso apresenta a ADA (Analisadora e Diligenciadora Automática), a primeira robô de delivery no Brasil capaz de chamar e utilizar elevadores de forma totalmente autônoma. Desenvolvida em parceria entre o iFood e a startup brasileira *Synkar*, a ADA representa um avanço significativo na aplicação prática de inteligência artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) na logística urbana.

Equipado com inteligência artificial, o robô ADA interpreta o ambiente ao seu redor para navegar de forma segura, identificando rotas, evitando obstáculos e interagindo com sistemas externos, como os elevadores dos prédios. Essa autonomia tecnológica torna o processo de entrega quase totalmente independente da intervenção humana.

Um dos grandes diferenciais da ADA é sua capacidade inédita no Brasil de se conectar aos sistemas de elevadores dos prédios, chamando-os e utilizando-os para realizar entregas dentro de ambientes comerciais e empresariais. Essa inovação permite automatizar a chamada “última milha” da entrega, que corresponde ao trajeto final até o cliente.

Além da inovação tecnológica, a ADA é um robô 100% elétrico, contribuindo para a redução das emissões de carbono e alinhando-se às metas de sustentabilidade do iFood. Com autonomia de até 12 horas e capacidade para transportar até 30 kg, o robô proporciona ganhos significativos em eficiência logística, reduzindo o tempo médio de coleta e entrega em até 40%. Outro aspecto relevante é o sistema interno de luz UV, que elimina microrganismos, garantindo maior segurança sanitária durante as entregas.

A operação da ADA está integrada ao ecossistema digital do iFood, incluindo a plataforma Anota AI, que gerencia pedidos via WhatsApp. Dessa forma, os clientes podem realizar seus pedidos, escolher pontos de retirada e acompanhar a entrega realizada pela robô, que comunica sua chegada por meio de voz e retorna automaticamente à base para recarga. O projeto da ADA evidencia como a inteligência artificial pode ser aplicada para resolver desafios logísticos urbanos, promovendo eficiência, sustentabilidade e inovação tecnológica. Além disso, demonstra o potencial de robôs autônomos como soluções complementares no setor de delivery, com expectativa de expansão para outras regiões e prédios comerciais. Na figura 10 podemos visualizar como é a ADA.

O projeto da ADA evidencia como a inteligência artificial pode ser aplicada para resolver desafios logísticos urbanos, promovendo eficiência, sustentabilidade e inovação tecnológica. Além disso, demonstra o potencial de robôs autônomos como soluções complementares no setor de delivery, com expectativa de expansão para outras regiões e prédios comerciais. Na figura 9 podemos visualizar como é a ADA.

Figura 9 - Robô ADA



Fonte: Robô ADA

A análise do caso da ADA evidencia o potencial da automação aliada à inteligência artificial para otimizar processos logísticos na construção civil, demonstrando ganhos em eficiência e sustentabilidade que podem servir de referência para futuras aplicações do setor.

#### 4.1.1.1 Utilização da ADA (SD02) na construção civil:

A matéria do *O Globo* informa que uma startup brasileira planeja implementar 200 robôs entregadores no Brasil até o fim de 2025. Esses robôs são autônomos, equipados com sensores, câmeras e inteligência artificial estão em teste em São Paulo para realizar entregas urbanas com segurança e eficiência. Nesse sentido, O SD02 pode ser adaptado para construção civil na utilização de:

1. Transporte de materiais leves no canteiro de obras: Os modelos como o SD02 e SD03, que carregam até 45 kg, podem ser utilizados para levar ferramentas, peças

ou materiais entre áreas diferentes de uma obra. Ideal para construções horizontais ou prédios com elevadores já instalados (os robôs conseguem operar elevadores automaticamente).

2. Abastecimento de estações de trabalho: Assim como ajudam na separação de peças em linhas de montagem, os robôs podem entregar insumos (como parafusos, tubos, EPIs) diretamente onde os trabalhadores estão, poupando deslocamentos e aumentando a produtividade.

3. Integração com almoxarifado: Robôs podem buscar e entregar itens do almoxarifado sob demanda, via comandos por aplicativo ou integração com sistemas internos de gestão da obra. Assim como os robôs entregadores autônomos utilizam sensores, câmeras e inteligência artificial para se deslocar pelas ruas com segurança e eficiência, robôs com tecnologias semelhantes podem ser adaptados para operar dentro de almoxarifados de obras. Nesse ambiente, eles seriam programados para identificar, localizar e transportar materiais, mantendo o estoque organizado e atualizado em tempo real. Com o uso de visão computacional e sensores, o robô consegue escanear códigos de barras ou QR Codes, identificar itens fora do lugar, alertar sobre materiais em falta ou com validade vencida, além de otimizar a disposição física dos insumos, facilitando o acesso e reduzindo o tempo de procura por parte dos trabalhadores. Tudo isso pode ser conectado a um sistema de gestão de almoxarifado, que faz o controle automatizado das entradas e saídas de materiais, prevendo demandas e evitando desperdícios.

4. Inspeções e checagens de segurança: Versões futuras equipadas com câmeras e sensores podem fazer rondas para verificar se EPIs estão sendo usados corretamente ou se há obstáculos/irregularidades no canteiro.

5. Serviços logísticos internos em obras grandes (condomínios, shoppings, hospitais): Em projetos de grande porte, esses robôs podem atuar na logística de entrega de materiais entre blocos ou andares.

#### 4.1.2 Utilização em obras verticais na China

Este estudo de caso apresenta um conjunto de soluções robóticas aplicadas em obras verticais na China, evidenciando como a automação vem sendo incorporada para otimizar tempo, reduzir custos e aumentar a segurança no setor da construção civil. As tecnologias observadas combinam inteligência artificial, sensores e sistemas

de controle autônomo, caracterizando a integração da Indústria 4.0 aos processos construtivos.

Um exemplo notável dessa aplicação é o caso da empresa chinesa *Bright Dream Robotics*, que, em apenas dois anos, passou da criação à produção em massa de robôs especializados na construção civil. Atualmente, a empresa possui linhas de produção para 12 tipos de robôs, incluindo modelos para derrame e acabamento em concreto, além de alvenaria, demonstrando o avanço e a escalabilidade dessas soluções tecnológicas (CHINA2BRAZIL, 2020). Nas figuras 10, 11 e 12 mostram alguns exemplos em prática.

Figura 10 - Pintura automatizada



Fonte: Instagram, 2023

Na figura 10, identifica-se um robô de pintura de fachadas, fixado externamente à estrutura do edifício. O equipamento realiza o deslocamento vertical e horizontal de forma automatizada, aplicando tinta de maneira uniforme e precisa. Esse sistema reduz significativamente o tempo de execução do serviço e elimina a necessidade de operários trabalharem suspensos em andaimes, minimizando riscos de acidentes e garantindo maior padronização no acabamento.

Figura 11 - Limpeza automatizada



Fonte: Instagram, 2023

A figura 11 apresenta um robô de limpeza industrial para canteiros de obra. Projetado para varrer e coletar resíduos sólidos, o equipamento é equipado com sensores que permitem a navegação autônoma, o desvio de obstáculos e a definição de rotas eficientes. Além de manter o ambiente limpo e organizado, sua atuação contribui para a segurança do trabalho e para a otimização das atividades diárias no canteiro.

Figura 12 - Nivelamento da laje automatizada



Fonte: Instagram, 2023

Já a figura 12 mostra um robô de nivelamento de superfícies, utilizado em lajes recém-concretadas. Por meio de sensores a laser e sistemas de controle automatizado, o equipamento garante alta precisão no nivelamento, evitando falhas e irregularidades. Essa tecnologia não apenas melhora a qualidade final do pavimento, como também reduz a necessidade de retrabalhos, aumentando a produtividade e a eficiência no processo.

#### **4.2 Reconhecimento facial e suas possibilidades de aplicação na Construção Civil**

O artigo “Uso do reconhecimento facial na segurança pública”, publicado na revista Consultor Jurídico (ConJur) em janeiro de 2024, aborda o crescimento do uso da tecnologia de reconhecimento facial por órgãos públicos de segurança. Países como China e Japão já utilizam esses sistemas para monitoramento, controle de acesso e rastreamento de indivíduos em espaços urbanos.

A aplicação dessa tecnologia pode ser estendida à construção civil. Em canteiros de obras, sistemas de reconhecimento facial podem ser utilizados para controle de entrada e saída de funcionários, monitoramento de presença e rastreamento da produtividade, por meio da integração com sistemas de gestão. Além disso, a adoção dessa tecnologia exige atenção à legislação vigente, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a fim de garantir o uso ético e responsável dos dados biométricos.

Um exemplo prático do uso dessa tecnologia pode ser observado na figura 10, onde um sistema de reconhecimento facial é utilizado para identificar e monitorar indivíduos em tempo real. Isso evidencia o nível de precisão e aplicação que essas ferramentas já alcançaram em contextos urbanos, além de indicar o potencial de adaptação para os ambientes da construção civil. Na figura 13 podemos identificar que há a leitura facial e em seguida já possui os dados pessoais do rapaz.

Figura 13 - Reconhecimento facial com utilização de dados



Fonte: Olhar digital, 2019

A análise evidencia que o reconhecimento facial, além de ampliar a segurança, pode otimizar a gestão de equipes e a rastreabilidade de processos na construção civil, reforçando sua relevância como ferramenta de automação para o setor.

#### 4.2.1 Utilização do reconhecimento facial na construção civil:

Nesse contexto, propõe-se a adaptação do sistema de reconhecimento facial para identificar, com precisão, os colaboradores em atividade no canteiro de obras, permitindo o monitoramento individualizado da execução de tarefas, com registro automatizado da produtividade diária e consolidação dos dados ao longo do mês. Além disso, sugere-se a ampliação do banco de dados com parâmetros visuais, como a cor do capacete, possibilitando a verificação automática do uso correto dos equipamentos de proteção individual (EPIs).

### 4.3 Interfaces e funções dos aplicativos

Com base nas informações obtidas, foi realizada uma análise da funcionalidade entre os aplicativos e sistemas de inteligência artificial já em uso, com o intuito de verificar sua viabilidade de adaptação e utilização no ramo da engenharia civil. Desse modo, apresenta-se a seguir a Tabela 02, que lista as principais ferramentas voltadas para a construção civil e BIM, demonstrando suas funcionalidades e aplicações específicas.

Quadro 02: Ferramentas voltadas para Construção Civil e BIM

|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. BIM 360 da Autodesk</b></p>                              | <p>Plataforma que integra projetos em 3D com análises inteligentes de <b>cronograma, orçamento e risco</b>.</p> <p>Utiliza <b>IA para detectar conflitos</b>, prever <b>atrasos e falhas</b> nas obras.</p> <p>Permite colaboração em tempo real entre <b>canteiro de obras e escritório</b>.</p> |
| <p><b>2. Pix4D (com drones DJI Phantom, Mavic e Matrice)</b></p>  | <p>Processa imagens de drones com IA para gerar <b>mapas 3D, modelos digitais de terreno e ortomosaicos</b>.</p> <p>Facilita o <b>monitoramento da obra</b>, inspeções e medição precisa de volumes.</p>                                                                                          |
| <p><b>3. SmartRock (da Giatec Scientific Inc.)</b></p>            | <p>Sensores integrados ao concreto que monitoram a <b>cura</b> do concreto em tempo real.</p> <p>Envia dados por Bluetooth e usa algoritmos para <b>prever a resistência e tempo de desforma</b> (quando retirar as fôrmas).</p>                                                                  |
| <p><b>4. BricsCAD BIM + Automação com LISP e IA</b></p>         | <p>Plataforma que integra modelagem BIM com automações.</p> <p>Usa IA para <b>acelerar tarefas repetitivas</b> e corrigir erros automaticamente.</p>                                                                                                                                              |
| <p><b>5. AutoML (Google Cloud) + Power BI</b></p>               | <p>Utilizado para <b>análises personalizadas no canteiro</b>, como produtividade da equipe, riscos e desempenho.</p> <p>Ajuda a <b>identificar gargalos de produção</b> e otimizar o uso de materiais e mão de obra.</p>                                                                          |
| <p><b>6. ConstructIn (startup brasileira)</b></p>               | <p>Usa <b>IA e câmeras em tempo real</b> para monitorar o andamento da obra.</p> <p>Gera <b>relatórios automáticos</b>, compara com o planejado e alerta engenheiros e gestores.</p>                                                                                                              |
| <p><b>7. OpenSpace.ai</b></p>                                   | <p>Usa <b>câmeras 360°</b> e algoritmos de IA para <b>comparar o avanço da obra com o cronograma planejado</b>.</p> <p>Também serve para inspeções, documentação e controle de qualidade.</p>                                                                                                     |

Fonte: Autor, 2025

Desse modo, realiza-se a funcionalidade dos aplicativos já em uso na inteligência artificial para adaptação no ramo da engenharia civil, conforme ilustrado

no quadro 02, que apresenta ferramentas de produtividade e geração de conteúdo com IA.

**Quadro 03: Ferramentas de Produtividade e Geração de Conteúdo com IA**

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>8. ChatGPT</b><br>         | Gera <b>relatórios, resumos, e responde dúvidas</b> de forma rápida e precisa.                                                                                             |
| <b>9. Gemini (Google)</b><br> | Assistente de IA da Google, mais avançado que o antigo Google Assistant.                                                                                                   |
| <b>10. Copilot</b><br>        | Sugere músicas, <b>resume textos</b> , edita imagens. Ferramenta assistente da Microsoft.                                                                                  |
| <b>11. Writesonic</b><br>   | Escreve <b>textos e conteúdos automaticamente</b> , como <b>artigos</b> , posts para redes sociais, e-mails, etc.                                                          |
| <b>12. Gravitywrite</b><br> | Cria conteúdos de <b>alta qualidade para</b> blogs, YouTube, sites e <b>marketing digital</b> .                                                                            |
| <b>13. Tactiq</b><br>       | <b>Transcreve reuniões em tempo real</b> , útil para quem participa de muitas videoconferências.                                                                           |
| <b>14. Bardeen</b><br>      | Plataforma de <b>automação de tarefas</b> . Exemplo: <b>preencher dados automaticamente, organizar informações etc.</b>                                                    |
| <b>15. Designer</b><br>     | Criação de <b>imagens e design gráfico</b> com ajuda de IA (sem necessidade de saber usar Photoshop, por exemplo).                                                         |
| <b>16. Power BI</b><br>     | Ferramenta da Microsoft para <b>análise de dados</b> , com <b>gráficos e painéis interativos</b> . Usada para transformar dados complexos em informações visuais e claras. |
| <b>17. AskyourPDF</b><br>   | Permite <b>fazer perguntas sobre PDFs</b> e extrair informações específicas com IA.                                                                                        |

|                                                                                                                            |                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18. Fliki<br>                             | Transforma textos em <b>vídeos com narração</b> , ideal para criar vídeos explicativos ou promocionais com rapidez. |
| 19. Gamma<br>                             | Cria <b>apresentações (slides)</b> com design atraente automaticamente.                                             |
| 20. Cleanup.pictures<br> Cleanup.pictures | Remove pessoas, objetos ou imperfeições em imagens com apenas alguns cliques.                                       |
| 21. Elai<br>                              | Gera vídeos com slides e narração automática, ideal para treinamentos, apresentações e vídeos corporativos.         |

Fonte: Autor, 2023

A análise dessas ferramentas evidencia que a Inteligência Artificial já oferece um conjunto robusto de recursos capazes de atender a diferentes demandas da construção civil, desde a automação de tarefas rotineiras até o suporte à tomada de decisões estratégicas. A utilização integrada dessas soluções pode potencializar a produtividade, reduzir erros, otimizar o uso de recursos e melhorar a comunicação entre equipes, consolidando a IA como um elemento-chave para a modernização e a competitividade do setor.

#### 4.4 Perspectivas de Aplicação Futuras na Construção Civil com IA

A aplicação futura da Inteligência Artificial (IA) na construção civil, poderá possuir um dos focos na automação e melhoria de processos no canteiro de obras. Dentre as propostas analisadas, destaca-se a implementação de IA na gestão de almoxarifado, permitindo o controle automatizado de materiais com base em padrões de consumo, o que reduz desperdícios e faltas.

Além disso, outro destaque é o desenvolvimento de assistentes virtuais para engenheiros de campo, fornecendo suporte técnico imediato com base em normas e boas práticas, promovendo decisões mais ágeis. Também se estuda a viabilidade do uso de robôs autônomos em tarefas repetitivas como pintura e limpeza, visando maior produtividade e segurança. A aplicação de visão computacional é sugerida para a

fiscalização em tempo real das obras, com identificação de falhas de execução e desvios de materiais.

Por fim, propõe-se a extração automática de quantitativos por meio de IA aplicada a projetos compatibilizados em BIM, otimizando o orçamento e o planejamento de insumos. Essas iniciativas demonstram o grande potencial da IA em transformar a construção civil, tornando-a mais eficiente, precisa e segura.

- 1- Implementação de IA na gestão de almoxarifado: Automatizar o controle de entrada, saída e reposição de materiais com IA que identifique padrões de consumo, o que evita desperdícios e faltas, além de garantir controle em tempo real dos materiais.
- 2- Assistente virtual de apoio ao engenheiro de campo: Criar um *Chatbot* ou aplicativo com IA para responder dúvidas técnicas e operacionais baseadas em normas (ex: NBRs) e boas práticas. O que traz agilidade nas decisões de campo e apoio técnico em tempo real.
- 3- Robôs autônomos para tarefas repetitivas: Estudar a viabilidade de uso de robôs com IA para atividades como pintura, alvenaria ou limpeza no canteiro. O que possui a redução de acidentes e aumento da produtividade.
- 4- A aplicação de visão computacional para fiscalização em tempo real: Implementar câmeras com IA que identifiquem problemas de segurança, erros de execução ou desvio de materiais. O que gera diminuição de retrabalhos e maior controle de qualidade na execução.
- 5- Extração automática de quantitativos com IA em projetos BIM: Utilizar inteligência artificial para ler projetos compatibilizados em BIM e gerar automaticamente os quantitativos de materiais necessários para a obra. O que garante mais precisão no orçamento, evita desperdícios e facilita o planejamento da compra e uso dos insumos no canteiro.

## 5.0 CONCLUSÃO

A evolução tecnológica, especialmente com a incorporação da inteligência artificial (IA), tem gerado impactos significativos em diversos setores da sociedade, incluindo a construção civil. Este trabalho teve como objetivo analisar de que forma a IA pode ser utilizada como ferramenta auxiliar na otimização dos processos construtivos, contribuindo para maior produtividade, redução de custos e melhoria na gestão de obras.

Com base na revisão bibliográfica e nos estudos de casos apresentados, foi possível constatar que a aplicação da inteligência artificial no setor da construção civil oferece inúmeras vantagens. Tecnologias como *machine learning*, *deep learning*, redes neurais e visão computacional, quando aliadas a ferramentas como o BIM, proporcionam uma gestão mais eficiente dos processos, desde o planejamento até a execução e o controle de materiais no canteiro de obras.

Observou-se que o uso de robôs autônomos, sistemas de reconhecimento facial e softwares inteligentes são capazes de reduzir significativamente atividades repetitivas, além de mitigar erros, otimizar o controle de estoque, acompanhar a produtividade dos colaboradores e garantir maior segurança no ambiente de trabalho. Ademais, a adoção dessas tecnologias contribui para tomadas de decisão mais precisas e ágeis, resultando em obras mais econômicas, seguras e sustentáveis.

Por outro lado, também se destaca a necessidade de adaptação dos profissionais da área às novas tecnologias, exigindo atualização constante, desenvolvimento de novas habilidades e compreensão das normas e regulamentações que regem o uso da IA, como as normas técnicas da ABNT aplicáveis.

Portanto, conclui-se que a inteligência artificial é uma aliada indispensável para a modernização da construção civil. Sua aplicação, além de otimizar processos, potencializa a transformação digital do setor, contribuindo para o desenvolvimento de uma engenharia mais eficiente, inovadora e alinhada às demandas do mercado atual e futuro. O avanço contínuo das tecnologias de IA indica que, nos próximos anos, seu papel será ainda mais relevante, consolidando-se como uma ferramenta estratégica para a sustentabilidade, competitividade e excelência na construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, G. B. **Microsoft Copilot: o que é, como funciona e como usar**. Disponível em: <<https://www.mundoconectado.com.br/windows/microsoft-copilot-o-que-e-como-usar/>>. Acesso em: 20 abr. 2025.

ACOMPANHAMENTO de obra: como usar drones ao seu favor?. como usar drones ao seu favor?. 2022. Disponível em: <https://mappa.ag/blog/acompanhamento-de-obra-com-drones/> . Acesso em: 11 jun. 2024.

ALVES, José Eustaquio Diniz. **Revolução 4.0: inteligência artificial e os robos sapiens**. Inteligência artificial e os robos sapiens. 2017. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/08/09/revolucao-4-0-inteligencia-artificial-e-os-robos-sapiens-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/> . Acesso em: 29 maio 2024.

CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira de **Inteligência Artiticial: riscos, benefícios e uso responsável**. 2021. Disponível em: [085-094.indd \(scielo.br\)](#). Acesso em: 20 maio 2024.

CESAR, Tarini Borsois. **Uma proposta de integração entre Building Information Modeling (BIM) e Inteligência Artificial para otimização de decisões em projetos de construção**. 2025. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2025.

Curso conquer Business School. Acesso em: 10 de junho de 2024

DYER, D. **Análise do Bardeen.ai: Ferramenta de Automação de Fluxo de Trabalho Baseada em IA**. Disponível em: <<https://aipure.ai/br/articles/bardeenai-review-ai-powered-workflow-automation-tool>>. Acesso em: 21 abr. 2025.

ENGENHARIA 360. *Integrando AutoCAD e ChatGPT: uma possibilidade real?* Disponível em: <https://engenharia360.com/integracao-tecnologia-autocad-e-chatgpt/>. Acesso em: 6 ago. 2025

**GravityWrite: Melhor Escritor de IA, Gerador de Conteúdo e Assistente.**  
Disponível em: <<https://gravitywrite.com/pt/>>. Acesso em: 20 abr. 2025.

**IFOOD.** A ADA é a primeira robô de delivery a chamar elevador no Brasil. 2024.  
Disponível em: <https://institucional.ifood.com.br/inovacao/a-ada-e-a-primeira-robo-de-delivery-a-chamar-elevador-no-brasil/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

**Instagram.** Disponível em:  
<https://www.instagram.com/reel/C7ehb1IODzR/?igsh=MWJ0cTU3NDVieTRsdQ==> .  
Acesso em: 7 ago. 2025.

LUDERMIR, Teresa Bernarda. **Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina:** estado atual e tendências. estado atual e tendências. 2021. Disponível em: [085-094.indd \(scielo.br\)](#). Acesso em: 30 abr. 2024.

MANDELLI, P. **Writesonic: O guia completo.** Disponível em:  
<<https://domineia.com/writesonic/>>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MAPPA (org.). **Drones na construção civil:** tudo que você precisa saber. TUDO que você precisa saber. 2021. Disponível em: <https://mappa.ag/blog/drones-na-construcao-civil-tudo/> . Acesso em: 05 jun. 2024.

NABESHIMA, Yuri. *Uso do reconhecimento facial na segurança pública.* Consultor Jurídico, 6 jan. 2024. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2024-jan-06/uso-do-reconhecimento-facial-na-seguranca-publica/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

PARAÍBA. <https://Repositorio.Ufpb.Br/Jspui/Bitstream/Tede/5646/1/Arquivototal.Pdf>.  
Universidade Federal do Paraíba. **A crítica de John Searle à inteligência artificial:** uma abordagem em filosofia da mente. Uma abordagem em filosofia da mente. 2014.  
Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5646/1/arquivototal.pdf> .  
Acesso em: 19 maio 2024.

**PILAR, Ana Flávia.** *Startup brasileira terá 200 robôs-entregadores no Brasil até o fim do ano. Vídeo mostra como funcionam.* O Globo, São Paulo, 7 mar. 2025. Seção Economia – Tecnologia. Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2025/03/07/startup-brasileira-tera-200-robos-entregadores-no-brasil-ate-o-fim-do-ano-video-mostra-como-funcionam.ghtml>. Acesso em: 13 jun. 2025.

**ROCHA, Felipe (org.).** **Como a inteligência artificial tem transformado a engenharia de projetos.** 2024. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2023/11/28/como-a-inteligencia-artificial-tem-transformado-a-engenharia-de-projetos> . Acesso em: 03 jun. 2024.

**ROSANGELA MONTEIRO (São Paulo).** Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo - Socesp. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, DEEP LEARNING, MACHINE LEARNING, REDES NEURAIS NA MEDICINA E BIOMARCADORES VOCAIS:** conceitos, onde estamos e para onde vamos. 2022. Disponível em: [https://socesp.org.br/revista/assets/upload/revista/17344834141648473754pdfpt01\\_revistasocesp\\_v32\\_01.pdf](https://socesp.org.br/revista/assets/upload/revista/17344834141648473754pdfpt01_revistasocesp_v32_01.pdf) . Acesso em: 23 abr. 2024.

**SÃO PAULO.** Bruno Figueirêdo. Tribunal de Contas do Município de São Paulo. **Aplicação prática da IA como instrumento de auxílio do auditor de controle externo.** 2023. Disponível em: <https://escoladecontas.tcm.sp.gov.br/images/conteudo-palestras/apresentacao-bruno-figueiredo.pdf> . Acesso em: 19 maio 2024.

**SÃO PAULO.** Francesco de Cicco. ISO/IEC 42001. **Visualize a ISO/IEC 42001:** A primeira norma global para a gestão responsável da inteligência artificial. A primeira norma global para a gestão responsável da Inteligência Artificial. 2024. Disponível em: <https://iso31000.net/visualize-a-iso-iec-42001/> . Acesso em: 26 maio 2024.

**SEBRAE.** **Como os drones podem ser utilizados no setor de construção?** 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-os-drones-podem-ser-utilizados-no-setor-de-construcao,a38ea0f8181a5810VgnVCM1000001b00320aRCRD> . Acesso em: 05 jun. 2024.

**Tactiq.io - Transcrições de reuniões de IA para Google Meet, Zoom e Teams.**

Disponível em: <<https://tactiq.io/pt-br>>. Acesso em: 21 abr. 2025.

TOTVS, E. **Entenda tudo sobre Power BI.** Disponível em:

<<https://www.totvs.com/blog/negocios/power-bi/>>. Acesso em: 20 abr. 2025.

TURING, Alan. **O jogo da Imitação.** 2014. Disponível em:

<https://www.adorocinema.com/filmes/filme-198371/fotos/detalhe/?cmediafile=21131032> . Acesso em: 27 maio 2024.