



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

PATRÍCIA KARLA SANTANA MENDES DE SOUZA NOGUEIRA, Cap Eng

Inteligência Artificial: uma ferramenta inovadora para a modernização do gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III

Rio de Janeiro
2025

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2025

PATRÍCIA KARLA SANTANA MENDES DE SOUZA NOGUEIRA, Cap Eng

Inteligência Artificial: uma ferramenta inovadora para a modernização do gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Danilo Bichir, Maj Inf

Rio de Janeiro

2025

PATRÍCIA KARLA SANTANA MENDES DE SOUZA NOGUEIRA, Cap Eng

Inteligência Artificial: uma ferramenta inovadora para a modernização do gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Escola
de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Presidente, Jaqueline de Azevedo Bruno, Ten Cel Int - IEFA

Danilo Bichir, Maj Inf - EAOAR

Rio de Janeiro

2025

RESUMO

A fiscalização de obras no CINDACTA III é um processo estratégico para garantir a conformidade com legislações, normas, cronogramas, especificações técnicas, entre outros objetivos. No entanto, a predominância de métodos manuais compromete a agilidade e a precisão na identificação de irregularidades. A adoção de Inteligência Artificial (IA) na gestão dessas obras representa uma inovação capaz de transformar esse cenário. A implantação de Inteligência Artificial no gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III potencializa a detecção precoce de irregularidades, contribuindo de forma efetiva para o alcance das metas definidas no Plano Setorial do DECEA. Com o uso de algoritmos avançados e processamento de imagens captadas por câmeras, drones ou *smartphones*, torna-se possível realizar um acompanhamento contínuo e automatizado da execução das obras, otimizando a detecção de falhas em tempo real e facilitando a tomada de decisões com base em dados mais seguros. Além disso, a IA contribui significativamente para a elevação da qualidade e precisão das informações geradas, melhorando as limitações do modelo tradicional de fiscalização ao reduzir subjetividades, acelerar a análise de grandes volumes de dados e antecipar impactos financeiros decorrentes de desvios do cronograma. Essas melhorias fortalecem a governança institucional, promovendo maior eficiência na gestão orçamentária e no cumprimento dos objetivos estratégicos do CINDACTA III. A implantação da IA representa uma inovação estratégica na gestão de obras públicas, promovendo mais transparência, confiabilidade e eficiência na fiscalização, com potencial de ser expandida para outros Centros de Controle de Tráfego Aéreo.

Palavras-chave: inteligência artificial; fiscalização de obras; gestão pública; CINDACTA III.

1 INTRODUÇÃO

A fiscalização de obras públicas tem como principais objetivos assegurar que a execução dos empreendimentos siga os projetos, legislações, normas e prazos estabelecidos. No contexto da Força Aérea Brasileira (FAB), essa fiscalização é especialmente relevante para a Engenharia do Terceiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA III), por envolver infraestrutura crucial à defesa e ao controle do espaço aéreo brasileiro. Contudo, o modelo de fiscalizar por meio de processos convencionais envolve a necessidade de cruzar informações de diversas fontes, como cronogramas, medições de progresso e conformidade com especificações contratuais, tornando o processo ainda mais complexo. Dessa forma, a ausência de uma abordagem mais automatizada e inteligente pode comprometer a eficiência na detecção de problemas e no cumprimento dos prazos e orçamentos.

O Tribunal de Contas da União (TCU), no âmbito do programa FISCOBRAS 2024 - Fiscalização de Obras Públicas, selecionou e fiscalizou 23 empreendimentos, identificando indícios de irregularidades graves em 17 deles (73,90%), conforme relatório técnico que subsidia análises orçamentárias federais (Brasil, 2024c). Esse indício de irregularidade grave na execução de obras públicas indica que a realização do projeto pode estar ocorrendo de forma irregular, com potencial para causar prejuízos à sociedade. (Brasil, 2024c).

Diante disso, surge a necessidade de soluções tecnológicas que possam aprimorar o controle e a fiscalização das obras de engenharia, permitindo um melhor acompanhamento e verificação dos serviços realizados, conforme a diretriz do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (Brasil, 2024b).

Uma solução inovadora é a implantação de Inteligência Artificial (IA) no gerenciamento e controle de obras. A integração de algoritmos de IA possibilita o processamento e análise automatizada de dados, substituindo a subjetividade das inspeções manuais e proporcionando maior precisão na identificação de inconformidades, agilidade na tomada de decisões e melhor alinhamento entre a execução e o planejamento técnico das obras.

Diante desse contexto, defende-se que implantar Inteligência Artificial no gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III potencializa a detecção precoce de irregularidades, contribuindo de forma efetiva para o alcance das metas definidas no Plano Setorial (PLANSET) do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

Argumenta-se que a incorporação dessa tecnologia viabiliza um acompanhamento contínuo e automatizado das obras em execução, permitindo identificar com mais agilidade desvios em relação aos padrões estabelecidos.

Além disso, a aplicação da IA aumenta a precisão dos dados gerados, através do processamento com utilização de máquina, contribuindo para que o projeto seja finalizado dentro do cronograma e do orçamento estabelecidos, promovendo um aprimoramento da execução orçamentária do CINDACTA III.

2 DESENVOLVIMENTO

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana (Cunha, 2025), funcionando de maneira mais rápida e eficiente do que o ser humano (Barroso; Mello, 2024). Essa tecnologia envolve "agentes inteligentes" que percebem o ambiente e tomam decisões para maximizar a chance de alcançar objetivos, em um processo semelhante ao raciocínio humano, mas com a capacidade de operar em uma velocidade e precisão muito superiores.

Um exemplo prático de aplicação de IA pode ser observado no Projeto Supervisão do Ramal do Agreste, desenvolvido pela TPF Engenharia. Nesse projeto, drones equipados com câmeras de alta resolução foram utilizados para monitorar a execução de uma grande obra hídrica, permitindo a captura de imagens detalhadas de áreas amplas. A IA, por meio do processamento dessas imagens, foi capaz de identificar irregularidades, como falhas estruturais ou desvios no cronograma, com agilidade muito maior do que seria possível em inspeções de forma manual (TPF Engenharia, 2021).

Esse exemplo demonstra como a IA pode ser aplicada não apenas para otimizar processos, mas também para melhorar a qualidade e a confiabilidade dos resultados obtidos durante a fiscalização de obras.

2.1 ACOMPANHAMENTO CONTÍNUO E AUTOMATIZADO

A Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel crucial na análise de imagens obtidas por drones, câmeras e sensores, convertendo essas informações visuais em dados práticos através de algoritmos inteligentes. Um dos métodos primários para essa conversão é a rede neural, um algoritmo que simula o aprendizado do cérebro humano. Essencialmente, a rede neural desenvolve a capacidade de identificar padrões em imagens por meio de extenso treinamento com inúmeros exemplos. Em obras públicas, por exemplo, ela pode ser treinada para detectar automaticamente fissuras, acúmulo de detritos ou desvios do plano original,

analisando a imagem em partes menores e examinando atributos como formato, cor e textura. Após o treinamento, a rede neural processa novas imagens, gerando automaticamente dados como alertas de potenciais problemas ou relatórios visuais de desempenho. Conforme Huang e Fu (2019) destacam, essa análise rápida e eficiente da IA transforma imagens brutas em informações valiosas, acessíveis, mesmo para usuários sem conhecimento técnico em programação, facilitando a tomada de decisões.

Neste contexto, percebe-se que a aplicação de Inteligência Artificial pode ser a chave para otimizar o processo de gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III. A IA permite que os fiscais realizem um acompanhamento automatizado das obras (Abioye *et al.*, 2021) por meio do processamento de imagens capturadas por drones, e até mesmo por câmeras ou *smartphones*, que podem ser utilizados por qualquer pessoa, reduzindo a necessidade de deslocamentos frequentes. Essa tecnologia transforma o modo como a fiscalização é realizada, oferecendo uma solução que vai além do simples acompanhamento de processos. A vantagem de um sistema automatizado é que ele permite aos fiscais focarem em tarefas mais estratégicas (Matos; Ribeiro; Sisnando, 2025), como a análise mais aprofundada dos relatórios gerados automaticamente pela IA, enquanto a tecnologia realiza a monitorização constante.

A integração da IA com essas fontes de dados, como imagens aéreas capturadas por drones, ou outro dispositivo, em uma única plataforma analítica, possibilita não só um acompanhamento contínuo das obras, mas também uma análise preditiva. Isso permite que as equipes de fiscalização analisem o desempenho de cada etapa, comparando-o com o planejamento inicial. A detecção antecipada de falhas e desvios pode ser crucial para o planejamento orçamentário e para o controle de custos do projeto, alinhando-se com o Plano Setorial (PLANSET) do DECEA (Brasil, 2024a) e permitindo ajustes rápidos para evitar que problemas se agravem.

Além disso, ao automatizar tarefas repetitivas e suscetíveis a erros humanos, como medições ou verificações documentais, os algoritmos aumentam a agilidade na compilação das informações utilizadas na tomada de decisão (Silva; Costa, 2022). Isso é particularmente relevante para projetos estratégicos como os conduzidos pelo CINDACTA III, onde falhas na execução podem comprometer diretamente operações críticas relacionadas ao controle de tráfego aéreo.

Diante do exposto, verifica-se que a aplicação de algoritmos de IA no gerenciamento e controle de obras trará uma significativa melhoria no desempenho da fiscalização. Essa tecnologia avançada permitirá um acompanhamento contínuo e automatizado da obra, em

tempo real, para a identificação de não conformidades com mais agilidade, mitigando assim, impactos em etapas sensíveis do projeto.

2.2 AUMENTO DA PRECISÃO

A gestão de obras pela administração pública frequentemente enfrenta desafios significativos decorrentes da fragmentação e inconsistência de dados ao longo do ciclo de vida das obras, desde o planejamento inicial até as fases de execução e fiscalização. Diante desse cenário, a implementação de soluções baseadas em Inteligência Artificial (IA) apresenta-se como alternativa promissora para: reduzir discrepâncias informacionais; estabelecer padrões de qualidade para os dados gerados e proporcionar maior confiabilidade aos subsídios técnicos que embasam processos decisórios em diferentes níveis gerenciais (Dias; Santos; Diniz, 2023).

A IA simula o funcionamento do cérebro humano, permitindo que máquinas realizem atividades como reconhecimento de padrões, tomada de decisões e aprendizado a partir de dados. O modelo tradicional de fiscalização de obras é limitado por diversos fatores, incluindo a subjetividade humana, a frequência das inspeções e o grande volume de dados gerados. No contexto do CINDACTA III, a aplicação de IA surge como uma revolução nesse cenário, aumentando significativamente a precisão dos dados e permitindo a identificação de discrepâncias entre o planejamento inicial e a execução real do projeto com uma acuracidade muito maior do que os métodos convencionais (Dias; Santos; Diniz, 2023).

A capacidade dos sistemas de IA de aprender com grandes volumes de dados, característica própria do aprendizado de máquina, permite a identificação de padrões, correlações e tendências que escapam à análise humana convencional. Com isso, torna-se possível antecipar problemas estruturais, prever atrasos e calcular com maior assertividade os impactos financeiros de cada etapa construtiva. Dias, Santos e Diniz (2023) destacam que a precisão nos dados é um dos fatores que mais influenciam na redução de aditivos contratuais, sendo a IA uma ferramenta promissora nesse contexto.

No modelo tradicional de fiscalização, existe uma grande quantidade de informações geradas ao longo da execução das obras, como medições, imagens, relatórios, atualizações de progresso, entre outras. Nesse cenário, a aplicação de IA representa um avanço significativo, ao permitir a coleta automatizada, o cruzamento e o processamento inteligente desses dados, aumentando a precisão (Cunha, 2024) das informações disponíveis para a gestão e possibilitando decisões mais rápidas e embasadas, fundamentais para o cumprimento dos cronogramas no controle dos custos e prazos das obras. Ao substituir registros manuais por

dados auditáveis, e relatórios subjetivos por análises objetivas, a IA contribui diretamente para a qualificação dos indicadores de desempenho das obras, fortalecendo a credibilidade das instituições responsáveis por sua execução e fiscalização.

Atualmente, o serviço de inspeção presencial nas obras é realizado por fiscais que visitam as instalações periodicamente para realizar levantamentos de campo. Esses levantamentos envolvem a verificação de diversos aspectos da obra, como qualidade dos materiais, cumprimento do cronograma e adequação dos serviços executados. No entanto, esse processo é limitado pela frequência das visitas e pela necessidade de analisar grandes volumes de dados, o que pode resultar em falhas na detecção de problemas em tempo hábil. A introdução de IA no processo de fiscalização permitirá uma melhoria significativa na acuracidade das inspeções (Schiffini *et al.*, 2023), tornando a análise de grandes quantidades de dados mais rápida e precisa.

Nesse contexto, a utilização da IA para processar essas atividades representa um avanço relevante, pois reduz a probabilidade de falhas tanto na coleta quanto no tratamento das informações. Com algoritmos capazes de identificar padrões e gerar relatórios automatizados, a tomada de decisão passa a ser baseada em evidências mais confiáveis e precisas (Matos; Ribeiro; Sisnando, 2025). Esse ganho em precisão é particularmente relevante no ambiente das obras militares, onde a integridade das infraestruturas deve ser assegurada com elevado grau de rigor técnico, dada sua relevância para a operacionalidade do Órgão.

Em termos de resultados, a aplicação de IA no gerenciamento de obras do CINDACTA III contribui para uma maior acuracidade na identificação de discrepâncias entre o planejamento e a execução do projeto. Por exemplo, o sistema pode detectar que determinada fase da obra está sendo executada fora do cronograma, o que poderia gerar um atraso e impactos financeiros. A detecção precoce dessas falhas oferece ao gestor a oportunidade de realizar ajustes rapidamente, mantendo o projeto dentro dos parâmetros de custo e prazo estabelecidos, fundamentais no planejamento orçamentário da unidade.

Dessa forma, percebe-se que a integração da IA no gerenciamento e controle de obras do CINDACTA III traz uma série de benefícios em termos de precisão e eficiência. A partir da identificação automática de irregularidades, a IA oferece aos gestores uma ferramenta poderosa para auxiliar na entrega dos projetos dentro do prazo e do orçamento previstos, atendendo às expectativas da Força Aérea Brasileira.

3 CONCLUSÃO

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) no acompanhamento contínuo das obras no CINDACTA III representa um avanço substancial na fiscalização de projetos de engenharia. Ao permitir o processamento automático de imagens captadas por drones, câmeras ou *smartphones*, por exemplo, a IA viabiliza a identificação em tempo real de inconformidades, proporcionando agilidade na tomada de decisões. Essa automatização transforma o modelo tradicional de fiscalização, conferindo maior eficiência e permitindo que os gestores concentrem seus esforços em análises estratégicas e corretivas com base em dados mais atualizados.

Além disso, a integração da IA no gerenciamento e controle de obras proporciona um significativo aumento na precisão das informações, ao eliminar a subjetividade das análises humanas. A tecnologia é capaz de detectar discrepâncias entre o planejamento e a execução com elevado grau de confiabilidade, contribuindo para a redução de aditivos contratuais e atrasos. Com o cruzamento inteligente de grandes volumes de dados, torna-se possível mitigar falhas, prever impactos financeiros e qualificar os indicadores de desempenho, fortalecendo a transparência na condução das obras.

A partir desses avanços, reafirma-se que a implantação de IA no gerenciamento e controle de obras no CINDACTA III potencializa a detecção precoce de irregularidades, contribuindo de forma efetiva para o alcance das metas definidas no Plano Setorial do DECEA.

Essa transformação tecnológica implica em mudanças significativas na forma como os processos de fiscalização e controle são conduzidos. Ao substituir métodos convencionais por soluções automatizadas e inteligentes, a unidade fortalece sua capacidade de resposta a desafios, reduz a margem de erro nas decisões e aprimora a execução orçamentária.

Portanto, em conformidade com o PCA 11-47/2024 (Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2024 – 2033), a implantação de IA no gerenciamento e controle de obras do CINDACTA III contribui para o aprimoramento do controle e da fiscalização das obras de engenharia, permitindo um melhor acompanhamento e verificação dos serviços realizados.

Diante disso, a implantação de IA na fiscalização de obras pode ser expandida aos demais CINDACTA, pois essa adoção pode representar um marco na modernização da infraestrutura militar, estabelecendo um novo padrão de controle de obras públicas. Essa consolidação contribuirá não apenas para o aprimoramento da governança institucional, mas também para o fortalecimento da capacidade operativa da Força Aérea Brasileira diante dos desafios contemporâneos da defesa e da gestão pública.

REFERÊNCIAS

ABIOYE, Sofiat Omotoke *et al.* Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 44, p. 103299, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221011578>. Acesso em: 29 mar. 2025.

BARROSO, Luís Roberto; MELLO, Patrícia Perrone Campos. Artificial Intelligence: Promises, Risks and Regulation. Something New Under the Sun. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, v. 15, e84479, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdp/a/n89PjvWXTdthJJKwb6TtYXy/>. Acesso em: 14 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria DECEA nº 1.535/ASGOV-1, de 31 de outubro de 2024. Aprova o Plano Setorial do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (PCA 11-129) para o quadriênio 2025–2028. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 202, p. 192-333, 7 nov. 2024a. Disponível em: http://www.cendoc.intraer/sisbca/bca_pdf/2024/bca_202_07-11-2024.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria GABAER nº 1.453/GC3, de 5 de junho de 2024. Aprova o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 107, p. 87-137, 10 jun. 2024b. Disponível em: https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/PEMAER_2024_2033.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Fiscalização de obras públicas pelo TCU**. Fiscobras. 28. ed. Brasília, DF: TCU, 2024c. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/orcamento/OR2025/fiscobras2024/FISCOBRAS-2024.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2025.

CUNHA, João Paulo Sena. **Uso de redes neurais convolucionais para identificação de manifestações patológicas no concreto armado**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/80108/1/2025_tcc_jpscunha.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

CUNHA, Pedro Henrique Fernandes Rezende. **Uso da inteligência artificial na construção civil**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/44005/1/UsoDaInteligenciaArtificialNaConstrucaoCivil%20%28pdfa%29.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2025.

DIAS, Aniel de Melo; SANTOS, Liliane Cruz Gomes de Souza; DINIZ, Hélio Augusto Goulart. **A inteligência artificial na Engenharia Civil**. In: Souza, Ednilson Sérgio Ramalho de (org.). Coleção Pesquisas em Temáticas de Engenharias. Belém: RFB Editora, 2023. v. 9, p. 217-243. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1L5sFn1g97t9f_WuIBxI1w9e-quamDs3p/view. Acesso em: 28 mar. 2025.

HUANG, Youqin; FU, Jiyang. Review on application of artificial intelligence in civil engineering. **Computer Modeling in Engineering & Sciences**, [s. l.], v. 121, n. 3, p. 845-875, 2019. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/tsp/cmcs/2019/00000121/00000003/art00005#>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MATOS, Ludymille Santos; RIBEIRO, Kilder Leite; SISNANDO, Anderson Dourado. Avaliação do impacto da inteligência artificial na Engenharia. **Scientia: Revista Científica Multidisciplinar**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 91-110, 18 mar. 2025. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/scientia/article/view/22465>. Acesso em: 27 mar. 2025.

SCHIFFINI, Giovanni Bruno Molitor *et al.* Utilização de Inteligência Artificial em inspeção de fachadas: impactos sobre os agentes da cadeia produtiva de operação e manutenção de edificações. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, 14., 2023, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: SBTA, 2023. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbta/article/view/4756/4340>. Acesso em: 29 mar. 2025.

SILVA, Alisson de Souza; COSTA, Dayana Bastos. Análise do uso de tecnologias digitais para identificação automatizada de patologias em construções. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 19., 2022, Canela. **Anais [...]**. Canela: ENTAC, 2022. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2162>. Acesso em: 12 abr. 2025.

TPF Engenharia. **Drones e inteligência artificial na supervisão do Ramal do Agreste**. TPF Reality Capture 2021, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.tpfengenharia.com.br/noticia/tpf-reality-capture-2021/>. Acesso em: 29 mar. 2025.