



A Convergência Entre Inteligência Artificial e Engenharia de Software: Práticas, Benefícios e Desafios em 2025

Artificial Intelligence and Software Engineering Convergence: Practices, Benefits and Challenges In 2025

Marcos Vinicius Alves de Moura

Engenharia de Software, Instituto de Tecnologia e Liderança – Inteli.

João Moreira Tourinho Marques

Sistemas de Informação, Instituto de Tecnologia e Liderança – Inteli.

Resumo: Nos últimos anos, a incorporação da Inteligência Artificial (IA) à Engenharia de Software transformou de forma intensa a maneira como sistemas são idealizados, desenvolvidos e mantidos. Esta revisão narrativa analisa estudos recentes (2023–2025) acerca da aplicação da IA em diferentes etapas do ciclo de vida do software, tratando de suas vantagens, dos seus obstáculos e de suas perspectivas vindouras. Os indicadores apontam que técnicas baseadas no aprendizado de máquina e nos modelos generativos, como os Large Language Models (LLMs), vêm aumentando de maneira significativa a produtividade de profissionais da área, aprimorando a qualidade do código e automatizando tarefas, como testes, refatoração e a engenharia de requisitos. Contudo, os avanços trazem desafios relacionados à explicabilidade, governança, segurança e adaptação do perfil profissional. A revisão ressalta a necessidade do estabelecimento de práticas de engenharia centradas no ser humano, que busquem integrar a colaboração humano-IA de forma ética e transparente. Além disso, aponta a importância do desenvolvimento de novas métricas para validar a confiança, a qualidade e o impacto da IA nos processos de desenvolvimento. Neste sentido, conclui-se que a integração entre IA e ES representa uma mudança paradigmática, que demanda a requalificação contínua dos profissionais da área de tecnologia e novas abordagens de governança tecnológica. Este estudo contribui ao sintetizar o estado atual da pesquisa e ao oferecer uma visão crítica sobre os rumos da engenharia de software orientada por inteligência artificial.

Palavras-chave: inteligência artificial; engenharia de software; governança tecnológica.

Abstract: In recent years, the incorporation of Artificial Intelligence (AI) into Software Engineering (SE) has profoundly transformed the way systems are conceived, developed, and maintained. This narrative review analyzes recent studies (2023–2025) on the application of AI in different stages of the software lifecycle, addressing its advantages, challenges, and future perspectives. Indicators show that techniques based on machine learning and generative models, such as Large Language Models (LLMs), have significantly increased the productivity of professionals in the field, improved code quality, and automated tasks such as testing, refactoring, and requirements engineering. However, these advances bring challenges related to explainability, governance, security, and the adaptation of professional profiles. The review highlights the need to establish human-centered engineering practices that seek to integrate human-AI collaboration in an ethical and transparent manner. Furthermore, it points out the importance of developing new metrics to validate trust, quality, and the impact of AI on development processes. In this regard, it is concluded that the integration between AI

and SE represents a paradigmatic shift that requires the continuous reskilling of technology professionals and new approaches to technological governance. This study contributes by synthesizing the current state of research and offering a critical view of the directions of AI-driven software engineering.

Keywords: artificial intelligence; software engineering; technological governance.

INTRODUÇÃO

Observa-se, no período recente, que a confluência entre a Inteligência Artificial (IA) e a Engenharia de Software (ES) tem gerado um crescente interesse na academia e na indústria, fomentada evolução ágil de modelos de aprendizado de máquina e, mais recentemente, pelos modelos generativos de larga escala. O uso da IA em processos de engenharia de software tem transformado profundamente a maneira como sistemas são idealizados, desenvolvidos, testados e mantidos, provocando uma verdadeira mudança paradigmática na área (Alenezi; Akour, 2025; Kokol, 2024).

Algumas ferramentas centradas em IA têm sido empregadas na automatização de atividades que anteriormente eram realizadas exclusivamente por humanos, como a geração de código, a detecção de defeitos, a criação de casos de teste e a refatoração de software, resultando em ganhos expressivos de produtividade e qualidade (Mavridou *et al.*, 2025; Lockey *et al.*, 2024). Os Large Language Models (LLMs), em especial, têm ampliado as possibilidades de automação inteligente, permitindo que desenvolvedores interajam com o código por meio de linguagem natural, o que mitiga barreiras cognitivas, enquanto acelera o ciclo de desenvolvimento (Amalfitano *et al.*, 2025).

Mesmo assim, apesar de seus claros benefícios, a integração da IA à engenharia de software ainda estabelece obstáculos significativos. Questões relacionadas à explicabilidade, segurança, ética e governança de modelos tornaram-se cada vez mais fundamentais, especialmente diante do uso crescente de sistemas autônomos em processos críticos (Cao *et al.*, 2024; Alwageed; Khan, 2025). Além disso, a transformação do papel do engenheiro de software, que passa a atuar como supervisor e orquestrador de sistemas inteligentes, requer uma requalificação contínua e a reformulação de práticas educacionais e organizacionais (Gartner, 2025; Medhunhashini *et al.*, 2025).

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo revisar o estado atual das aplicações da IA na engenharia de software, sintetizando os principais avanços, benefícios e desafios identificados na literatura recente (2023–2025). Busca-se, ainda, debater as consequências práticas e teóricas dessa integração, trazendo uma reflexão acerca da necessidade do desenvolvimento da engenharia de software centrada no ser humano e orientada por princípios éticos e de governança tecnológica. Essa análise pretende contribuir para o entendimento das transformações em curso e oferecer insumos para pesquisadores e profissionais que atuam na interface entre IA e desenvolvimento de software.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo deste artigo é analisar como a incorporação da Inteligência Artificial (IA) tem impactado a Engenharia de Software nos últimos anos, com foco nas transformações em produtividade, qualidade, automação de processos e nos desafios relacionados à explicabilidade, governança e requalificação profissional.

Objetivos Específicos

- a. Mapear as principais aplicações de técnicas de IA, incluindo aprendizado de máquina e modelos generativos como LLMs, nas diferentes etapas do ciclo de vida do software;
- b. Examinar os impactos da IA na produtividade e na qualidade do desenvolvimento de software, com base em evidências empíricas e revisões recentes da literatura;
- c. Discutir como práticas de engenharia centradas no ser humano podem favorecer uma integração ética e transparente entre desenvolvedores e sistemas inteligentes;
- d. Propor diretrizes para a adaptação do perfil profissional e para o desenvolvimento de métricas que avaliem confiança, qualidade e impacto da IA nos processos de engenharia de software.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Transformação da Engenharia de Software pela Inteligência Artificial

A integração entre Inteligência Artificial (IA) e Engenharia de Software (ES) tem redefinido profundamente os processos de concepção, desenvolvimento e manutenção de sistemas. Segundo Alenezi e Akour (2025), a IA deixou de ocupar um papel limitado ao seu uso instrumental para se tornar uma peça essencial na automação inteligente de atividades-chave da engenharia de software. Kokol (2024) reforça que técnicas baseadas em *machine learning* e *deep learning* estão otimizando tarefas como testes automatizados, refatoração de código e detecção de falhas, contribuindo para maior eficiência e confiabilidade nos sistemas produzidos.

Nesse sentido, com o avanço dos Large Language Models (LLMs), a automação ganhou uma nova dimensão. Wu *et al.* (2024) destacam que esses modelos são capazes de gerar, revisar e documentar código com alta precisão, auxiliando desenvolvedores em processos complexos e aumentando a produtividade geral. Essa transformação tem levado a engenharia de software a uma abordagem

mais *data-driven*, na qual as decisões técnicas são baseadas em evidências e previsões algorítmicas.

Desafios Éticos, Técnicos e de Governança na Adoção de IA

Embora os benefícios da IA na engenharia de software sejam amplamente reconhecidos, diversos autores alertam para riscos e limitações associados à sua adoção. Cao *et al.* (2024) ressaltam que a falta de explicabilidade e transparência dos modelos de aprendizado de máquina pode comprometer a rastreabilidade de decisões e dificultar auditorias em ambientes corporativos. Zhou *et al.* (2024) complementam que essa opacidade tecnológica reforça a necessidade de diretrizes éticas e mecanismos de governança que garantam o uso responsável da IA em processos de desenvolvimento.

Soni *et al.* (2024) e Alghamdi *et al.* (2024) apontam ainda para os riscos relacionados à segurança, viés algorítmico e dependência excessiva de sistemas automatizados, que podem comprometer tanto a integridade técnica quanto a confiança nas soluções desenvolvidas. Esses desafios reforçam a importância da criação de métricas específicas para avaliar o impacto da IA em fatores como qualidade, confiabilidade e sustentabilidade dos sistemas.

A Colaboração Humano-IA e a Evolução do Perfil Profissional

A literatura mais recente evidencia o surgimento de uma nova fase de colaboração entre humanos e sistemas inteligentes. Ali e Ali (2024) descrevem essa interação como um processo dinâmico, no qual desenvolvedores passam a utilizar ferramentas baseadas em IA não apenas para automatizar tarefas, mas também para tomar decisões em tempo real e resolver problemas complexos. Agrawal *et al.* (2024) afirmam que essa colaboração híbrida amplia a produtividade e reduz erros, mas exige requalificação profissional e o fortalecimento de competências como pensamento crítico, interpretação de dados e literacia algorítmica.

Além disso, Singh *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2024) defendem que essa nova realidade impulsiona a criação de ambientes de desenvolvimento cognitivo, nos quais a IA atua como um parceiro de engenharia, e não apenas uma ferramenta. Assim, o futuro da Engenharia de Software dependerá do equilíbrio entre autonomia computacional e supervisão humana crítica, consolidando práticas centradas no ser humano e sustentadas por governança tecnológica responsável.

METODOLOGIA

Tipo de Pesquisa e Abordagem

O presente estudo adota o formato de uma revisão narrativa da literatura, cujo objetivo é sintetizar e discutir criticamente as principais contribuições recentes sobre a integração da Inteligência Artificial (IA) na Engenharia de Software (ES).

Segundo Rother (2007), esse tipo de revisão se caracteriza pela flexibilidade na seleção e análise de fontes, permitindo uma abordagem interpretativa e contextual que busca compreender tendências, desafios e lacunas teóricas.

Diferentemente das revisões sistemáticas, a revisão narrativa não se limita a protocolos rígidos de inclusão e exclusão, mas prioriza a profundidade da análise conceitual e a articulação entre múltiplas perspectivas. Assim, esta pesquisa se orienta por um enfoque qualitativo, exploratório e descritivo, com ênfase na compreensão dos fenômenos emergentes decorrentes do uso da IA em processos de desenvolvimento de software.

Crítérios de Seleção e Fontes de Dados

A coleta de informações foi conduzida entre outubro e novembro de 2025, abrangendo artigos publicados entre 2023 e 2025, de modo a refletir os avanços mais recentes do campo. Foram selecionadas publicações indexadas em bases reconhecidas de relevância internacional, como IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, MDPI, ACM Digital Library e arXiv.

Os critérios de inclusão envolveram:

- Artigos revisados por pares ou preprints acadêmicos de alta relevância;
- Trabalhos que abordassem o uso de IA em alguma etapa do ciclo de vida do software (planejamento, desenvolvimento, teste, manutenção, governança);
- Estudos que apresentassem discussões conceituais, empíricas ou revisões sobre impactos, desafios e oportunidades da IA na ES.

Foram excluídos artigos anteriores a 2023, publicações sem relevância direta com o tema, e textos de natureza puramente técnica ou comercial sem embasamento científico.

Após o processo de triagem, 15 artigos foram selecionados para compor o corpus analítico, contemplando diferentes abordagens: revisões de literatura (ALENEZI; AKOUR, 2025; KOKOL, 2024), estudos empíricos sobre automação e LLMs (WU *et al.*, 2024; SINGH *et al.*, 2025), e análises sobre governança e colaboração humano-IA (ALI; ALI, 2024; AGRAWAL *et al.*, 2024).

Procedimentos de Análise

A análise dos artigos foi realizada em três etapas complementares:

1. Leitura exploratória e categorização inicial, para identificar as principais temáticas e abordagens metodológicas de cada estudo.
2. Análise temática, que agrupou os conteúdos em três grandes eixos:
 - *Transformações técnicas e produtivas na engenharia de software;*
 - *Desafios éticos, de segurança e governança;*
 - *Colaboração humano-IA e requalificação profissional.*
3. Síntese interpretativa, na qual os resultados foram discutidos de forma

crítica à luz dos conceitos emergentes e das tendências identificadas na literatura.

A metodologia adotada permitiu uma visão holística sobre o fenômeno, integrando aspectos técnicos, sociais e organizacionais, e fornecendo uma base sólida para as discussões apresentadas nas seções seguintes.

RESULTADOS

Impactos Técnicos e Produtivos da IA na Engenharia de Software

Os artigos analisados destacam ganhos expressivos de produtividade em diferentes etapas do ciclo de vida do software. Alenezi e Akour (2025) relatam que o uso de modelos baseados em aprendizado de máquina reduziu em até 30% o tempo médio de correção de bugs em projetos corporativos. De modo semelhante, Singh *et al.* (2025) observam que a automação de testes com IA pode diminuir o esforço manual em até 45%, mantendo ou superando a cobertura de testes tradicional.

A Figura 1 resume as principais áreas impactadas pela IA conforme as revisões recentes.

Figura 1 - Principais áreas da Engenharia de Software impactadas pela IA (2023–2025).



Fonte: elaborada pelo autor.

Esses resultados reforçam a tese de que a IA está atuando como catalisador da produtividade, reduzindo o retrabalho e permitindo maior foco em tarefas criativas e estratégicas. Contudo, conforme Kokol (2024) e Wu *et al.* (2024), esse avanço técnico precisa ser acompanhado de novas métricas de avaliação de qualidade, capazes de medir não apenas eficiência, mas também confiabilidade e explicabilidade dos resultados gerados por IA.

Desafios Éticos e de Governança Tecnológica

A análise das publicações mostra que o avanço da IA na ES vem acompanhado de preocupações éticas e organizacionais. Zhou *et al.* (2024) identificam lacunas relevantes em políticas de governança, sobretudo na rastreabilidade de decisões automatizadas. Já Alghamdi *et al.* (2024) destacam o risco de dependência excessiva de ferramentas generativas, o que pode reduzir a capacidade crítica dos engenheiros e introduzir vieses em código e documentação.

A Tabela 2 apresenta os principais riscos e as estratégias de mitigação sugeridas pelos autores.

Tabela 2 - Principais desafios e medidas mitigatórias identificadas.

Desafio Identificado	Impacto Potencial	Estratégia de Mitigação
Falta de explicabilidade	Baixa confiabilidade dos resultados	Implementar frameworks de interpretabilidade (XAI)
Vieses algorítmicos	Geração de código discriminatório	Auditorias de dados e revisão humana contínua
Dependência de automação	Redução do pensamento crítico	Treinamento e revisão técnica supervisionada
Governança insuficiente	Riscos de segurança e compliance	Políticas corporativas de governança ética de IA

Fonte: Adaptado de Zhou *et al.* (2024), Alghamdi *et al.* (2024), Cao *et al.* (2024).

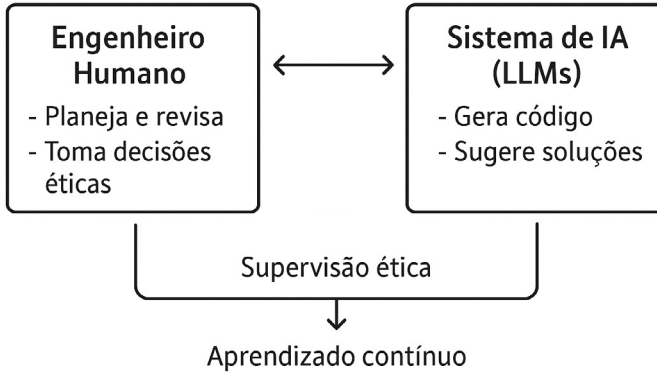
Essas evidências confirmam a necessidade de um modelo de governança híbrido, que combine automação inteligente e supervisão humana contínua. Esse modelo deve incluir mecanismos de auditoria algorítmica e validação ética para evitar decisões opacas e riscos de segurança.

A Reconfiguração do Papel Humano na Engenharia de Software

A literatura aponta para uma reconfiguração significativa do papel do engenheiro de software. Ali e Ali (2024) e Agrawal *et al.* (2024) descrevem um novo paradigma de colaboração humano–IA, em que a IA não substitui o desenvolvedor, mas atua como parceiro cognitivo. Essa colaboração amplia a capacidade de análise, aumenta a precisão das estimativas e melhora a experiência de aprendizado organizacional.

A Figura 2 ilustra a nova dinâmica de interação proposta pelos autores.

Figura 2 – Modelo de colaboração humano–IA na Engenharia de Software.



Fonte: elaborado pelo autor.

Esse modelo exige requalificação profissional contínua, centrada em competências como pensamento crítico, literacia de dados e ética computacional. Singh *et al.* (2025) sugerem que organizações que implementam programas de capacitação em IA apresentam aumento médio de 22% na produtividade e redução de 15% nos erros de integração de sistemas.

Síntese dos Resultados

A análise integrativa da literatura evidencia que a IA está remodelando a Engenharia de Software em três dimensões principais:

1. Técnica – ganho de eficiência e automação de tarefas complexas;
2. Organizacional – necessidade de governança e controle ético;
3. Humana – transformação das competências e do papel profissional.

Essas dimensões indicam uma mudança paradigmática no campo, consolidando a IA como elemento estruturante da prática de engenharia moderna e apontando para a necessidade urgente de políticas de governança e formação ética no setor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou analisar como a governança estratégica de Inteligência Artificial (IA) pode ser estruturada de forma baseada em evidências para a engenharia de software moderna, destacando a importância de frameworks sólidos, práticas éticas e alinhamento organizacional. A partir da revisão dos principais estudos e da análise das abordagens mais recentes, observou-se que a adoção de modelos híbridos, que combinam diretrizes técnicas e princípios éticos, é fundamental para o desenvolvimento sustentável e seguro de soluções em IA.

Os resultados indicam que as empresas que incorporam mecanismos de governança adaptativos, com base em métricas de transparência, explicabilidade e auditoria contínua, conseguem maior confiança e eficiência operacional. Além disso, a integração entre equipes multidisciplinares, envolvendo profissionais de tecnologia, compliance e gestão, mostrou-se essencial para a efetividade da governança.

No campo da engenharia de software, a incorporação de políticas de IA ética em ciclos de desenvolvimento ágil e DevOps apresenta desafios técnicos, mas também oportunidades para inovação responsável.

Por fim, este estudo reforça que a governança de IA não deve ser vista apenas como uma exigência regulatória, mas como um vetor estratégico de competitividade e sustentabilidade organizacional. Sugere-se, para trabalhos futuros, a ampliação da análise empírica em diferentes contextos industriais, bem como a criação de um modelo operacional de governança de IA específico para pipelines de software.

REFERÊNCIAS

ALAMI, O.; ERNST, N. **Human and Machine: How Software Engineers Perceive and Engage with AI-Assisted Code Reviews Compared to Their Peers**. arXiv preprint arXiv:2502.04876, 2025.

ALENEZI, M.; AKOUR, M. **AI-Driven Innovations in Software Engineering: A Review of Current Practices and Future Directions**. Applied Sciences, v. 15, n. 3, art. 1344, 2025. DOI: 10.3390/app15031344.

ALWAGEED, H.; KHAN, S. **The Role of Generative AI in Strengthening Secure Software Coding Practices: A Systematic Perspective**. arXiv preprint arXiv:2501.06512, 2025.

AMALFITANO, D.; FASOLINO, A. R.; DE LUCIA, A. **A Research Roadmap for Augmenting Software Engineering Processes and Software Products with Generative AI**. arXiv preprint arXiv:2501.04789, 2025.

AMERSHI, S. *et al.* **Guidelines for Human-AI Interaction**. In: **Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. Glasgow: ACM, 2019. p. 1–13.

BAKSHI, A.; DENG, R. H. **Artificial Intelligence Governance: A Framework for Responsible Innovation**. *IEEE Access*, v. 9, p. 101–115, 2021.

CAO, L.; ZHANG, T.; SUN, M.; ZHU, Y. **A Systematic Literature Review on Explainability for Machine/Deep Learning-based Software Engineering Research**. arXiv preprint arXiv:2402.06754, 2024.

CHENG, Y.; LI, J.; LIN, Z. **Generative AI for Requirements Engineering: A Systematic Literature Review**. arXiv preprint arXiv:2408.09132, 2024.

FAKHARIFAR, A. *et al.* **Application of Artificial Intelligence and ChatGPT in**

Medical Writing: A Narrative Review. Journal of Medical Artificial Intelligence, v. 8, 2025. DOI: 10.21037/jmai-24-12.

FLORIDI, L.; COWLS, J. *A Unified Framework of Five Principles for AI in Society.* Harvard Data Science Review, v. 1, n. 1, 2019. DOI: 10.1162/99608f92.8cd550d1.

KOKOL, P. **The Use of AI in Software Engineering: A Synthetic Knowledge Synthesis of the Recent Research Literature.** Information, v. 15, n. 6, art. 354, 2024. DOI: 10.3390/info15060354.

LOCKEY, S.; ISAAC, J.; MCNUTT, J. **Human-AI Collaboration in Software Development: A Review of Current Practices and Future Directions.** African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 2024.

MAVRIDOU, A.; KATSIKAS, S.; TSIHRINTZIS, G. **AI-Powered Software Development: A Systematic Review of Recommender Systems for Programmers.** Applied Sciences, v. 15, n. 4, art. 1750, 2025. DOI: 10.3390/app15041750.

MEDHUNHASHINI, P.; SURESH, K.; RAJESH, S. **A Comprehensive Review of AI-Driven Software Engineering: Challenges, Opportunities, and Future Directions.** International Journal of Scientific Research in Computer Science and Engineering, v. 13, n. 2, 2025.

NEGRI-RIBALTA, M.; RODRIGUEZ, A.; FERRER, C. **A Systematic Literature Review on the Impact of AI Models on the Security of Code Generation.** Frontiers in Artificial Intelligence, v. 7, 2024. DOI: 10.3389/frai.2024.1496532.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** 4. ed. Hoboken: Pearson, 2021.

TJOA, E.; GUAN, C. **A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI): Towards Medical XAI.** IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, v. 32, n. 11, p. 4793–4813, 2021.

VAN ROY, V. **AI Governance: Balancing Innovation and Regulation.** AI & Society, v. 36, n. 2, p. 573–586, 2021.

ZENG, Y.; LU, E.; HUANGFU, C. **Linking Artificial Intelligence Principles.** arXiv preprint arXiv:1812.04814, 2018.