

Engenharia de Software para Sistemas com Inteligência Artificial: um mapeamento sistemático

Jelson Matheus da Silva Araújo^{1,2} and Lucas Viana dos Santos^{2,3}

¹Departamento de Computação, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Ministro Petrônio Portell - 640649-550 - Teresina - PI - Brasil

Resumo

O trabalho apresenta um mapeamento sistemático sobre o uso de metodologias, técnicas, práticas e ferramentas de Engenharia de Software no desenvolvimento de sistemas com Inteligência Artificial. Considerando o crescimento do investimento em IA e a alta taxa de fracasso em projetos de IA generativa, o estudo busca entender como os princípios da Engenharia de Software vêm sendo adaptados às particularidades desses sistemas, bem como identificar boas práticas, desafios e lacunas de pesquisa na literatura. O projeto ainda está em andamento.

Palavras-chaves: Engenharia de Software, Inteligência Artificial, *AI Engineering, MLOps*

1 Introdução

A adoção de sistemas que incorporam componentes de Inteligência Artificial (IA) tem crescido de forma acelerada em organizações públicas e privadas. Esse movimento é impulsionado tanto pela disponibilidade de dados quanto pela evolução de modelos e infraestruturas computacionais, que tornam possível integrar IA em produtos, serviços e processos de negócios. Contudo, apesar do entusiasmo e do volume de investimentos, diversos relatos apontam que grande parte dos projetos de IA não atinge os resultados esperados (Estrada, 2025).

Nesse contexto, a utilização de metodologias, técnicas, práticas e ferramentas de Engenharia de Software surge como uma estratégia para aumentar a qualidade, a confiabilidade e o sucesso na entrega de soluções baseadas em IA. Ao mesmo tempo, observa-se que sistemas de IA apresentam especificidades como dependência de dados, comportamento probabilístico, necessidade de monitoramento contínuo de desempenho e modelos sujeitos a degradação. Essas particularidades desafiam as práticas consolidadas da Engenharia de Software tradicional. Assim, torna-se relevante compreender de que forma os princípios, métodos e ferramentas da área têm sido adaptados ou redefinidos para lidar com essas problemáticas.

Diante desse cenário, este mapeamento sistemático tem como objetivo identificar, classificar e analisar as metodologias, técnicas, práticas e ferramentas de Engenharia de Software aplicadas ao desenvolvimento de sistemas com Inteligência Artificial. Busca-se compreender como os princípios da Engenharia de Software vêm sendo empregados na concepção, implementação, teste, implantação e manutenção de sistemas de IA, e em que medida essas práticas têm sido modificadas para lidar

com aspectos específicos, como treinamento de modelos, gestão de dados, versionamento de experimentos e monitoramento em produção. Além disso, pretende-se mapear as boas práticas relatadas, os desafios enfrentados e as lacunas de pesquisa existentes.

2 Planejamento do Mapeamento Sistemático

O mapeamento sistemático é um tipo de estudo que busca realizar uma investigação mais exploratória sobre um determinado tema, com o objetivo de identificar dificuldades e lacunas relacionadas ao assunto abordado. Para a condução deste estudo, foi definido um protocolo que contempla as questões de pesquisa, a *string* de busca, os critérios de inclusão e exclusão, bem como as fontes de busca utilizadas. A definição das fontes de busca e dos critérios de inclusão e exclusão segue as diretrizes propostas por Scannavino e et al. (2014).

2.1 Questões de Pesquisa

Para orientar essa investigação, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- **RQ1:** Quais metodologias, técnicas e ferramentas de Engenharia de Software têm sido aplicadas no desenvolvimento de sistemas de Inteligência Artificial?
Motivação: Documentar as principais ferramentas e técnicas de Engenharia de Software utilizadas no desenvolvimento de sistemas de IA, oferecendo uma visão consolidada do que já é praticado na área.
- **RQ2:** Quais são os impactos observados no uso de práticas de Engenharia de Software e correlatas no ciclo de desenvolvimento de sistemas de IA?
Motivação: Avaliar como essas práticas afetam a qualidade, a eficiência, a velocidade de entrega e o monitoramento dos sistemas de IA ao longo de seu ciclo de vida.
- **RQ3:** Quais são as principais diferenças entre a Engenharia de Software tradicional e a *AI Engineering* em termos de processo?
Motivação: Compreender como a *AI Engineering* se distingue da Engenharia de Software tradicional, identificando mudanças necessárias em práticas, metodologias e ferramentas.
- **RQ4:** Quais lacunas e oportunidades de pesquisa são identificadas na literatura sobre a integração entre Engenharia de Software e Inteligência Artificial?
Motivação: Mapear os principais desafios não resolvidos e direcionar trabalhos futuros que possam avançar a área e apoiar o desenvolvimento de sistemas de IA mais robustos.

2.2 Estratégia e Processo de Busca

A construção da *string* de busca utilizada na pesquisa foi realizada a partir da combinação de palavras-chave em inglês relacionadas ao tema, bem como de termos correlatos. O objetivo foi contemplar diferentes denominações utilizadas na literatura para se referir à engenharia de software para sistemas com inteligência artificial. A *string* de busca definida para este mapeamento sistemático é apresentada na Tabela 1:

Idioma	String de busca
Inglês	("software engineering" OR "AI engineering" OR "MLOps") AND ("AI-based systems" OR "AI-enabled systems" OR "machine learning systems" OR "ML systems" OR "Artificial intelligence")

Table 1: Idioma e string de busca utilizada na pesquisa.

Após uma análise inicial dos resultados retornados pelas bases de dados, foram adicionados termos de exclusão com o intuito de evitar artigos que tratam predominantemente do uso de inteligência artificial para apoiar atividades de desenvolvimento de software (por exemplo, geração de código ou recomendação de código), o que não corresponde ao foco deste estudo. Assim, foram utilizados os termos de exclusão apresentados na Tabela 2.

Idioma	String de exclusão
Inglês	NOT ("AI-assisted coding" OR "Code Generation" OR "code completion" OR "bug prediction" OR "Intelligent Software Engineering" OR "Generative Artificial Intelligence" OR "Artificial Intelligence Techniques")

Table 2: string de exclusão utilizada na pesquisa.

A busca pelos estudos primários foi realizada nas seguintes bases de dados: *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library* e *ScienceDirect*. Foram considerados estudos publicados entre janeiro de 2020 e dezembro de 2025, limitando-se a publicações em conferências e periódicos científicos. Além da definição da string de busca e das bases de dados, foram estabelecidos critérios de inclusão Tabela 3 e exclusão Tabela 4 para garantir a seleção de estudos alinhados aos objetivos deste mapeamento sistemático.

ID	Critério de inclusão
CI1	Estudos que abordem engenharia de software aplicada ao desenvolvimento, evolução ou manutenção de sistemas baseados em inteligência artificial.
CI2	Estudos que apresentem boas práticas, recomendações ou padrões para o desenvolvimento de sistemas de inteligência artificial.
CI3	Estudos que identifiquem desafios, problemas abertos ou limitações na integração entre Engenharia de Software e Inteligência Artificial.
CI4	Estudos publicados entre janeiro de 2020 e dezembro de 2025.

Table 3: Critérios de inclusão adotados no mapeamento sistemático.

ID	Critério de exclusão
CE1	Estudos cujo foco principal seja o uso de inteligência artificial para apoiar ou automatizar atividades de Engenharia de Software (por exemplo, geração de código, recomendação de código, detecção de <i>bugs</i>).
CE2	Estudos focados apenas em algoritmos de IA ou de aprendizado de máquina, sem contexto de engenharia de software ou desenvolvimento de sistemas.
CE3	Estudos duplicados (será considerada apenas uma versão).
CE4	Estudos cujo texto completo não esteja disponível.

Table 4: Critérios de exclusão adotados no mapeamento sistemático.

2.3 Resultados Inicial da Busca

Foi realizada uma busca preliminar com o objetivo de estimar a quantidade inicial de estudos retornados pela *string* de busca em cada base. Nessa etapa, foram aplicados apenas os filtros de período e tipo de publicação disponíveis em cada base (quando pertinentes), sem a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos para o mapeamento sistemático. Os resultados preliminares obtidos em cada base de dados são apresentados na Tabela 5.

Base de dados	Resultados preliminares
IEEE Xplore	6 948
ACM Digital Library	5 653
ScienceDirect	6 633

Table 5: Resultados inicial obtidos em cada base de dados.

Referências

ESTRADA, Sheryl. **MIT report: 95% of generative AI pilots at companies are failing.** 2025. Disponível em: <https://fortune.com/2025/08/18/mit-report-95-percent-generative-ai-pilots-at-companies-failing-cfo/>. Acesso em: 29 nov. 2025.

SCANNAVINO, Katia Romero Felizardo; ET AL. **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.