INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO PROCESSO PROJETUAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ENSINO DE ARQUITETURA

José Ricardo de Freitas Dias*

* Curso de Arquitetura e Urbanismo, Afya Uninovafapi, Teresina, PI, Brasil. E-mail: jose.fdias@afya.com.br

RESUMO

A inteligência artificial generativa, capaz de produzir textos, imagens, modelos tridimensionais e código a partir de padrões aprendidos em grandes conjuntos de dados, vem sendo cada vez mais incorporada ao processo projetual arquitetônico e ao ensino de projeto. Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica narrativa sobre a aplicação da inteligência artificial generativa no processo de projeto em Arquitetura, organizada em quatro eixos: a chegada da tecnologia ao ateliê de projeto e sua relação com métodos tradicionais; as aplicações da ferramenta em cada etapa do processo projetual, da análise pré-projetual à produção final; as evidências empíricas sobre desempenho, criatividade e carga cognitiva dos estudantes; e os riscos éticos, pedagógicos e de excesso de dependência associados ao uso da tecnologia. A busca priorizou revisões sistemáticas e estudos empíricos publicados entre 2021 e 2026 em bases indexadas. Os resultados indicam concentração da literatura nas etapas iniciais do processo, pré-projeto e concepção, com lacuna significativa de evidência sobre as etapas de desenvolvimento e produção; ganhos documentados em criatividade, forma e estética em experimentos controlados; e preocupação recorrente quanto ao enfraquecimento de habilidades manuais e de pensamento crítico em caso de uso não supervisionado. Conclui-se que a inteligência artificial generativa deve ser tratada como ferramenta de ampliação da capacidade criativa e não como substituta do julgamento projetual, o que exige diretrizes pedagógicas explícitas para sua incorporação responsável ao ensino de Arquitetura e Urbanismo.

Palavras-chave: Inteligência artificial generativa; Processo projetual; Ensino de arquitetura; Criatividade; Ateliê de projeto.

1 INTRODUÇÃO

O processo de projeto em Arquitetura é reconhecido como um ciclo iterativo de proposição, crítica e refinamento, no qual o estudante constrói julgamento por meio da avaliação repetida de suas próprias decisões, tradicionalmente mediado por esboços, maquetes físicas e digitais e apresentações visuais[1]. A partir de 2022, a popularização de ferramentas de inteligência artificial generativa, capazes de produzir texto, imagem, modelo tridimensional e código a partir de padrões aprendidos em grandes conjuntos de dados, começou a transformar esse processo, introduzindo modalidades como geração algorítmica de forma, avaliação automatizada e exploração orientada por dados[1].

Levantamento profissional recente aponta que a maior parte dos arquitetos já utiliza ocasionalmente ferramentas de inteligência artificial em seus projetos, com parcela relevante considerando que a tecnologia melhora a eficiência do processo de projeto, o que pressiona

escolas de arquitetura a repensar como o projeto é ensinado, praticado e conceitualizado[1]. Apesar do crescente interesse acadêmico, revisões recentes apontam que a aplicação da inteligência artificial generativa no processo projetual ainda enfrenta defasagem em relação a outras áreas do conhecimento, com concentração de estudos nas etapas iniciais do processo e lacuna significativa de evidência empírica sobre impactos de longo prazo no pensamento crítico dos estudantes[1,5].

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é revisar a literatura internacional recente sobre a aplicação da inteligência artificial generativa no processo de projeto arquitetônico e em seu ensino, sistematizando as aplicações por etapa do processo projetual, as evidências empíricas sobre desempenho e criatividade, e os riscos éticos e pedagógicos associados à sua incorporação ao ateliê.

2 METODOLOGIA

Trata-se de revisão bibliográfica narrativa, que buscou identificar e sintetizar publicações recentes sobre inteligência artificial generativa no processo de projeto e no ensino de Arquitetura. A busca foi realizada em bases indexadas, incluindo periódicos da MDPI, Elsevier, Taylor & Francis, Springer Nature e Cambridge University Press, além de preprints em arXiv para trabalhos ainda não publicados em periódico. Os descritores combinaram os termos "generative AI", "architectural design education", "design studio", "text-to-image", "prompt engineering" e "creative self-efficacy", priorizando-se revisões sistemáticas e estudos empíricos publicados entre 2021 e 2026, período que concentra a produção científica sobre o tema desde a popularização de modelos de difusão e de linguagem de grande escala. Foram incluídos estudos com aplicação explícita ao processo ou ao ensino de projeto arquitetônico; foram excluídos estudos técnicos sem relação com contextos educacionais ou projetuais. A síntese foi organizada em quatro eixos temáticos, apresentados a seguir.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 A chegada da inteligência artificial generativa ao ateliê de projeto

Revisão sistemática baseada no protocolo PRISMA, que analisou quarenta e cinco estudos sobre o tema publicados entre 2020 e 2025, constata que o processo de projeto arquitetônico é comumente dividido em quatro etapas, a análise pré-projetual, a concepção do conceito, o desenvolvimento do projeto e a produção final, e que a inteligência artificial generativa vem sendo incorporada de forma desigual a cada uma delas, concentrando-se sobretudo nas fases

iniciais[1]. Revisão anterior sobre inteligência artificial aplicada à concepção de projeto já havia identificado, mesmo antes da popularização dos grandes modelos de linguagem, um crescimento constante de aplicações de redes neurais no auxílio à geração de formas arquitetônicas, ainda que limitado, à época, a nichos de pesquisa mais técnicos e menos integrados ao ensino[6].

Revisão de literatura sobre modelos generativos na arquitetura, cobrindo redes adversariais generativas, autoencoders variacionais e, mais recentemente, modelos de difusão, mostra tendência clara de crescimento das publicações sobre formas tridimensionais preliminares e expressão de imagens arquitetônicas, ao passo que temas como sistemas estruturais e refinamento tridimensional avançado permanecem pouco explorados academicamente[5].

3.2 Aplicações por etapa do processo projetual

Na etapa de pré-projeto, chatbots baseados em modelos de linguagem auxiliam na coleta de informações do projeto, na análise de restrições do sítio e na geração de ideias preliminares; estudo qualitativo que investigou o uso do ChatGPT como colega virtual em disciplina de pós-graduação constatou que a ferramenta acelerou a criação de modelos estruturados para o desenvolvimento do curso, mostrando-se útil para brainstorming, ainda que sem capacidade de substituir integralmente a experiência docente em tarefas complexas e específicas de contexto[12].

Na concepção do conceito, ferramentas de geração de texto para imagem mostraram-se capazes de ampliar o pensamento conceitual dos estudantes: estudo em ateliê de terceiro ano constatou que essas ferramentas ajudaram a produzir resultados visuais diversos e a traduzir ideias abstratas em representações espaciais[8]. Estudo com foco em colaboração entre inteligência artificial e estudantes na concepção projetual identificou que a ferramenta amplia as possibilidades de projeto ao traduzir prompts textuais em material visual rico, permitindo explorar múltiplas direções projetuais e refinar alternativas conceituais por meio de imagens de alta fidelidade geradas rapidamente[7].

Na etapa de desenvolvimento do projeto, estudo técnico demonstrou fluxo de trabalho no qual esboços simples são convertidos em plantas conceituais e modelos tridimensionais por meio de modelos de difusão combinados a técnicas de adaptação de baixo posto, com processamento posterior em ferramentas paramétricas para gerar modelos renderizados, permitindo controle preciso sobre o texto de entrada e acelerando as fases iniciais do projeto[9]. Já na etapa de produção, a evidência disponível é predominantemente de natureza técnica e profissional, com aplicações menos frequentemente relatadas em termos de resultados pedagógicos explícitos, o que caracteriza lacuna relevante da literatura atual[1].

3.3 Evidências empíricas sobre desempenho, criatividade e carga cognitiva

Estudo experimental conduzido na Universidade King Fahd de Petróleo e Minerais, na Arábia Saudita, comparando grupo de estudantes que utilizou ferramentas de inteligência artificial generativa em projeto supervisionado com grupo de controle, constatou desempenho geralmente superior do grupo experimental, com melhora de quatorze por cento observada especificamente na forma e na estética do projeto, embora o próprio estudo reconheça que a evidência empírica sobre esse tipo de aplicação ainda seja limitada na literatura[2].

Estudo mais recente, envolvendo trinta e seis participantes de engenharia arquitetônica e áreas afins em tarefa de projeto conceitual realizada em duas fases, uma independente e outra com apoio de ferramentas externas, avaliou desempenho por avaliadores especialistas e mediu autoeficácia criativa e carga cognitiva autorreportadas após cada fase, contribuindo para compreender não apenas se a inteligência artificial generativa melhora o resultado do projeto, mas também como ela afeta a experiência subjetiva do estudante durante o processo criativo[4].

Estudo sobre engenharia de prompt em curso de arquitetura de primeiro ano, fundamentado nas teorias de criatividade de Boden, desenvolveu abordagem em três fases, geração combinatória de formas, validação exploratória e engenharia de prompt transformativa, voltada a conectar linguagem e forma arquitetônicas por meio do uso pedagógico deliberado da inteligência artificial generativa, e não apenas de sua adoção espontânea pelos estudantes[3].

3.4 Riscos, ética e limites pedagógicos

A revisão sistemática mais recente sobre o tema alerta que, embora estudantes que utilizam inteligência artificial generativa tendam a produzir soluções projetuais mais criativas e inovadoras do que os que seguem métodos tradicionais, esse benefício depende de pedagogia adequada: sem objetivos de aprendizagem e critérios de avaliação claros, a tecnologia pode deslocar o trabalho de ateliê para a produção de resultados polidos em detrimento da aprendizagem do processo, especialmente em caso de dependência excessiva[1].

Do ponto de vista ético, algoritmos de inteligência artificial generativa dependem de grandes conjuntos de dados que podem embutir vieses culturais, sociais e contextuais; quando aplicados sem crítica no ensino de arquitetura, esses sistemas podem reforçar soluções projetuais homogeneizadas, negligenciar identidades locais e marginalizar necessidades específicas de comunidades, o que exige diretrizes éticas explícitas sobre uso responsável de conteúdo gerado por inteligência artificial nos sistemas de garantia de qualidade acadêmica[1].

Estudo que investigou o uso de ferramentas de geração de imagem por inteligência artificial voltadas a modelos energéticos e de sustentabilidade em projetos de baixo carbono mostra, por outro lado, que a integração entre aprendizado de máquina, modelos de linguagem de grande escala e modelagem da informação da construção pode contribuir para estimativas mais precisas de pegada de carbono e para melhores decisões projetuais, sugerindo que os riscos éticos da tecnologia não anulam seu potencial de contribuição a objetivos pedagógicos legítimos, como a formação de arquitetos mais preparados para desafios de sustentabilidade[14].

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura recente sobre inteligência artificial generativa no processo projetual evidencia concentração de estudos e de evidência empírica nas etapas iniciais do processo de projeto, pré-projeto e concepção, com lacuna significativa nas etapas de desenvolvimento e produção, sobretudo quanto a resultados de aprendizagem explicitamente reportados. As evidências disponíveis indicam ganhos mensuráveis em criatividade, forma e estética quando a tecnologia é incorporada de modo supervisionado, mas alertam para riscos reais de enfraquecimento de habilidades manuais e de pensamento crítico em caso de uso não pedagogicamente orientado.

Conclui-se que a inteligência artificial generativa deve ser tratada, no ensino de Arquitetura e Urbanismo, como ferramenta de ampliação da capacidade criativa e não como substituta do julgamento projetual do estudante, o que exige diretrizes pedagógicas explícitas, critérios de avaliação que valorizem o processo e não apenas o resultado final, e atenção deliberada aos vieses culturais embutidos nos modelos utilizados. Como agenda de pesquisa futura, aponta-se a necessidade de estudos empíricos que avaliem o impacto de longo prazo da inteligência artificial generativa sobre o pensamento crítico dos estudantes, sobretudo nas etapas avançadas do processo projetual, lacuna ainda não coberta de forma sistemática pela literatura consultada.

REFERÊNCIAS

1. Alamasi R, Asfour OS. Applications of generative AI in architectural design education: a systematic review and future insights. Digital. 2026;6(1):6.

2. Alamasi R, Asfour OS, Ashmeel R. The impact of generative AI on architectural design education: insights from hands-on experience with architecture students. Ain Shams Eng J. 2025.

3. Lee S, Kang S. The influence of generative AI with prompt engineering on creative design in architectural education. J Asian Archit Build Eng. 2025.

4. Jiang H, Xiao Y, Hurley R, Liu S. The impact of generative AI on architectural conceptual design: performance, creative self-efficacy and cognitive load [preprint]. arXiv:2601.10696. 2026.

5. Li C, Zhang T, Du X, Zhang Y, Xie H. Generative AI for architectural design: a literature review [preprint]. arXiv:2404.01335. 2024.

6. Castro Pena ML, Carballal A, Rodríguez-Fernández N, Santos I, Romero J. Artificial intelligence applied to conceptual design: a review of its use in architecture. Autom Constr. 2021;124:103550.

7. Karadağ D, Ozar B. A new frontier in design studio: AI and human collaboration in conceptual design. Front Archit Res. 2025;14:1536-50.

8. Çınar Kalenderoğlu S, Demiröz M. Integrating text-to-image AI in architectural design education: analytical perspectives from a studio experience. J Des Studio. 2024;6:247-58.

9. Li P, Li B, Li Z. Sketch-to-architecture: generative AI-aided architectural design. In: Proceedings of Pacific Graphics 2023. Geneva: Eurographics Association; 2024.

10. Kee T, Kuys B, King R. Generative artificial intelligence to enhance architecture education to develop digital literacy and holistic competency. J Artif Intell Archit. 2024;3:24-41.

11. Cheung LH, Wang L, Lei D. Conversational, agentic AI-enhanced architectural design process: three approaches to multimodal AI-enhanced early-stage performative design exploration. Archit Intell. 2025;4:10.

12. Meron Y, Tekmen Araci Y. Artificial intelligence in design education: evaluating ChatGPT as a virtual colleague for post-graduate course development. Des Sci. 2023;9:e30.

13. Caliskan EB. Interview with Chat GPT to define architectural design studio work: possibilities, conflicts and limits. J Des Studio. 2023;5:57-71.

14. Płoszaj-Mazurek M, Ryńska E. Artificial intelligence and digital tools for assisting low-carbon architectural design: merging the use of machine learning, large language models, and building information modeling for life cycle assessment tool development. Energies. 2024;17:2997.