

APLICAÇÕES DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROJETO ARQUITETÔNICO

Diego Silva¹, Danielle Meireles de Oliveira²,

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil
(diego.177@hotmail.com)

²Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil (daniellemdo@ufmg.br)

Resumo: Esta pesquisa analisa a aplicação da inteligência artificial em projetos de arquitetura em BIM, realizando um estudo comparativo entre as principais ferramentas disponíveis. Com abordagem exploratória, métodos qualitativo e quantitativo, experimentos e avaliação multicritério, constatou-se aumento de produtividade, apoio à concepção e automação de tarefas. Conclui-se que, apesar de limitações técnicas, a IA tem potencial para otimizar o processo de projeto arquitetônico.

Palavras-chave: inteligência artificial; projeto arquitetônico, design generativo; ferramentas de IA; BIM.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil vem procurando se reinventar, deixando de ser arcaica tecnologicamente e passando a utilizar novas metodologias para diminuir o ciclo de projeto, aumentar a produtividade e a durabilidade das edificações. Diante desse cenário, o uso de tecnologias como o *Building Information Modeling (BIM)* e a inteligência artificial tem crescido rapidamente e se tornou uma realidade no setor, conforme Alves et al., (2024).

A metodologia *BIM* tem cumprido um papel fundamental na indústria da construção civil e impulsionado a digitalização do setor. Anti-Afari et al. (2018) acreditam que o *BIM* já está estabelecido na construção civil e que sua adoção pelas organizações de arquitetura, engenharia, construção (AEC) é viável para aumentar a produtividade, melhorar os custos e reduzir o tempo extra nos projetos.

Neste contexto, a inteligência artificial (IA) emerge como uma potencial solução para enfrentar os desafios associados ao fluxo de modelagem de projetos de arquitetura em *BIM*. Com a aplicação da inteligência artificial em diversas indústrias, a construção civil tem muito a se beneficiar com essa tecnologia, pois a IA pode acelerar significativamente o processo de desenvolvimento de projetos. De acordo com Zhang et al. (2022), as técnicas de IA ajudam a promover ainda mais o desempenho do *BIM* no planejamento e em projetos.

Conforme Yuksel et al. (2023), a inteligência artificial desempenha um papel significativo não apenas na geração de ideias, mas também na concepção de conceitos que fundamentam o desenvolvimento de projetos. No contexto atual, isso significa que a IA pode oferecer alternativas criativas para a

configuração espacial, criação e até para os aspectos estéticos de um projeto, com base nas necessidades e preferências do usuário.

O presente trabalho se propôs a identificar as principais ferramentas de inteligência artificial aplicáveis ao fluxo de trabalho de projetos arquitetônicos em BIM, tendo em vista a influência do projeto arquitetônico no custo de um empreendimento da construção civil (Araújo, 2015). A pesquisa se concentrou em realizar um estudo comparativo entre as ferramentas por meio de testes com diversas aplicações de inteligência artificial, avaliando seus impactos e benefícios para os profissionais de arquitetura e engenharia civil.

MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração da pesquisa foi pautada na seleção e na utilização de tecnologias que podem ser usadas na concepção do projeto. Para conduzir o estudo foram realizadas as seguintes etapas:

- Caracterização da pesquisa: A metodologia deste trabalho seguiu uma abordagem exploratória e computacional, com método qualitativo e quantitativo, tendo como objetivo investigar a aplicação de ferramentas de inteligência artificial no processo de concepção e modelagem de projetos de arquitetura integrados à metodologia *BIM*.
- Revisão da literatura: realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática e criteriosa, abrangendo temas fundamentais para o desenvolvimento do estudo. Foram investigados os conceitos relacionados à metodologia *BIM* e à evolução da inteligência artificial, bem como a aplicação do *design* generativo no contexto da IA. Além disso, analisaram-se as aplicações de ferramentas de inteligência artificial na

arquitetura e na construção civil, assim como o estado da arte das tecnologias *BIM* e das soluções de IA voltadas ao *design* moderno.

- Análise das ferramentas de IA: Após a realização da revisão da literatura, procedeu-se à identificação e avaliação das principais ferramentas de inteligência artificial disponíveis no mercado, bem como daquelas ainda em fase de desenvolvimento, com potencial de integração ao fluxo de modelagem arquitetônica em *BIM*. A análise dessas ferramentas foi conduzida com base em critérios previamente definidos, tais como: funcionalidades relevantes para as atividades projetuais contemporâneas, especialmente no que se refere à automação de processos; compatibilidade com *softwares BIM*, com ênfase no uso do Revit, precisão e relevância, usabilidade e velocidade de geração de alternativas.

- Avaliação de resultados: A etapa final da pesquisa foi dedicada à aplicação dos modelos propostos em estudos de caso simulados, com o objetivo de comparar a eficiência e eficácia das ferramentas de IA no contexto do desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comparativo entre as ferramentas de IA foi realizado por meio de testes com diversas aplicações de inteligência artificial para a construção civil, tais como: ChatGPT, Maket, Leonardo AI, WiseBIM e Planfinder. A Tabela 1 detalha os pontos estudados de cada ferramenta, como aplicação, precisão e relevância.

Tabela 1. Comparativos entre ferramentas de IA.

Ferramenta	Parâmetro avaliado: tipo de aplicação.	Parâmetro avaliado: precisão e relevância.
ChatGPT	Ideias e apoio à concepção do projeto.	Alta relevância conceitual; precisão técnica depende do prompt.
Maket	Geração automática de plantas arquitetônicas e modelos BIM.	Resultados coerentes e próximos de padrões arquitetônicos reais.
Leonardo AI	Geração de imagens.	Elevada fidelidade visual.
WiseBIM	Geração de modelos BIM a partir de uma	Alta precisão geométrica e técnica.

	imagem e digitalização.	
Planfinder	Geração de modelos BIM a partir de parâmetros.	Boa precisão geométrica e funcional nas soluções geradas.

A partir da comparação apresentada na Tabela 1, as aplicações apresentaram bons resultados, como a geração automática de plantas pela Maket. Porém, objetivando mais sinergia com o BIM, as aplicações WiseBIM e Planfinder foram as que mais apresentaram condições para integrar o fluxo de projeto arquitetônico. A Tabela 2 pontua as particularidades de ambas as ferramentas de IA.

Tabela 2. Comparativo entre as ferramentas WiseBIM e Planfinder.

Parâmetros	WiseBIM	Planfinder
Fabricante.	WiseBIM SAS.	Planfinder.
Tipo.	Plugin.	Plugin.
Interface.	Intuitiva	Intuitiva.
Usabilidade.	Boa.	Boa.
Aplicação prática.	Muito boa.	Muito boa.
Velocidade de geração de plantas.	Depende do tamanho da planta. Nos testes variou de 26 a 54 segundos, considerando uma planta de até 69,90 m ² .	Depende do tamanho da planta e da velocidade da internet. Nos testes variou de 15 a 30 segundos.
Método de entrada.	Modelo de planta em 2D.	Representar a forma do elemento dentro do Revit, com o comando parede.
Tipo de arquivo de entrada.	.pdf;.dwg; .png; .jpeg	Não necessita de arquivo de entrada.
Modelo de saída.	Modelo <i>BIM</i> .	Modelo <i>BIM</i> .
Quantidade de opções geradas.	1	8 ou 10

Área de ventilação.	Conforme planta fornecida.	Não é possível determinar, pois a ferramenta não gerou as janelas em nenhum dos testes executados.	Capacidade de trabalho com espaços não retangulares.	Modela conforme planta fornecida.	Trabalha apenas com forma retangular ou quadrada.
Área de iluminação.	Conforme planta fornecida.	Baixa iluminação ou nenhuma, pois a ferramenta não gerou as janelas em nenhum dos testes executados.	Necessidade de existência de limites pré-estabelecidos.	Sim.	Sim.
Quantidade de janelas.	Conforme planta fornecida.	0	Diferenças na geração com arquivos nos formatos pdf, dwg e png.	Utilizar formatos de arquivos diferentes e para a mesma planta podem alterar o resultado.	Não aceita outros formatos de arquivos.
Pé-direito.	Conforme nível estabelecido no Revit.	Conforme nível estabelecido no Revit.	Setorização.	Conforme planta fornecida.	A distribuição dos cômodos é fora de parâmetro.
Quantidade de portas.	Conforme planta fornecida	Uma porta de entrada e em todos os cômodos. A ferramenta executa conforme a área dos cômodos	Gera múltiplos pavimentos.	Sim, desde que inseridos por níveis.	Não é possível.
Controle sobre o que está sendo criado.	A ferramenta executa conforme o modelo inserido pelo projetista.	(quartos, sala, banho, área coberta total) delimitada pelo projetista, desta forma, gerando diversas opções, ou seja, a IA tem maior liberdade de criação.	Viabilidade técnica, considerando a aplicação prática da solução.	A solução é viável, pois aumenta a produtividade nos projetos, além de entregar um resultado conforme as orientações do projetista.	A solução é viável, desde que se precise criar aleatoriamente várias opções de plantas.
Gera as famílias de mobília.	Não	Sim	Analisando a Tabela 2, observou-se que as aplicações têm muito potencial para serem implementadas no fluxo de trabalho <i>BIM</i>, considerando as particularidades de cada IA. A WiseBIM pode auxiliar bastante no processo de digitalização de plantas existentes, o que reduziria bastante o tempo de projeto. Já a Planfinder pode fornecer <i>layouts</i> completos de projetos e maximizar o processo de criação. Nos próximos tópicos será detalhada a aplicação técnica com cada ferramenta, considerando um projeto arquitetônico como centro do experimento. - Modelo gerado pela WiseBIM: para melhor compreensão da ferramenta, foram realizados estudos com dois modelos de plantas, a fim de se conhecer a forma de trabalho e o produto gerado. Nas Figuras 1 e 4 apresentam-se as plantas que foram utilizadas no experimento. Já as Figuras 2 e 5 representam, respectivamente, as plantas após a modelagem e as		
Gera as famílias de esquadrias.	Sim.	Sim.			

figuras 3 e 6 a perspectiva isométrica que a IA WiseBIM gerou.

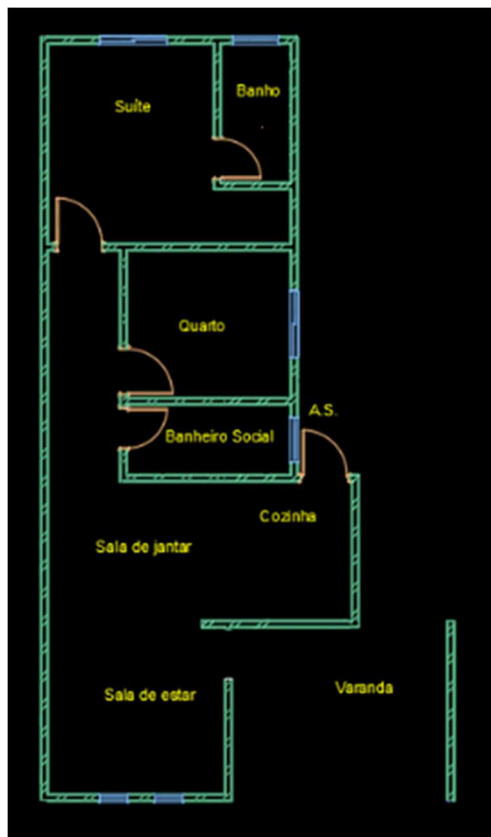


Figura 1. Planta baixa térrea (experimento 1).

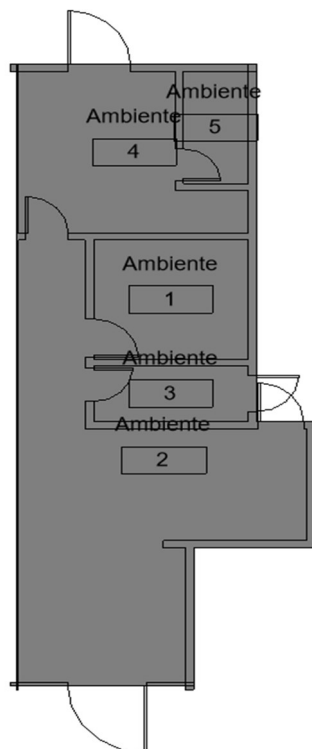


Figura 2. Modelo gerado pela IA (experimento 1).

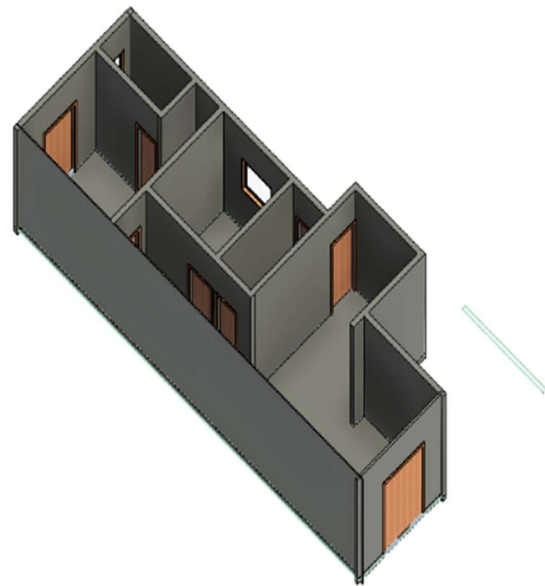


Figura 3. Modelo 3D gerado (experimento 1).

Analisando a simulação 1, verificou-se que a ferramenta entregou um resultado aceitável e muito alinhado com a planta baixa fornecida como parâmetro de entrada.

Nota-se na Figura 1 que na planta fornecida não foi inserida a representação gráfica da porta, caracterizando um vão, pois esperava-se que a IA entendesse que a abertura entre paredes seria o local da porta. Porém a ferramenta considerou o vão como parede. Assim, para aumentar a assertividade da IA, é necessário inserir a simbologia das portas e janelas.

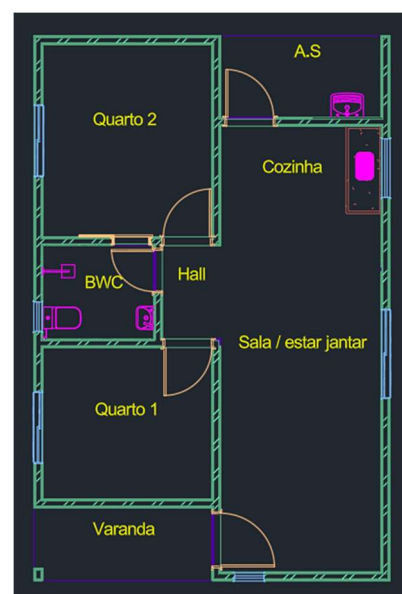


Figura 4. Planta baixa térrea (experimento 2).

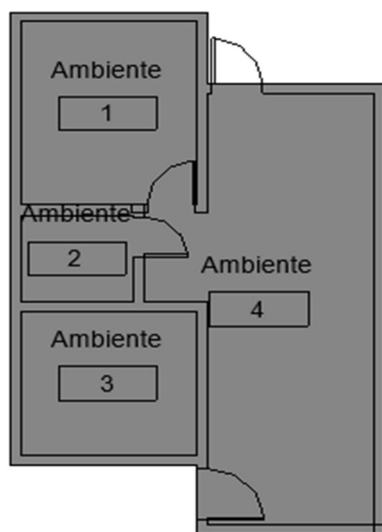


Figura 5. Modelo gerado pela IA (experimento 2).

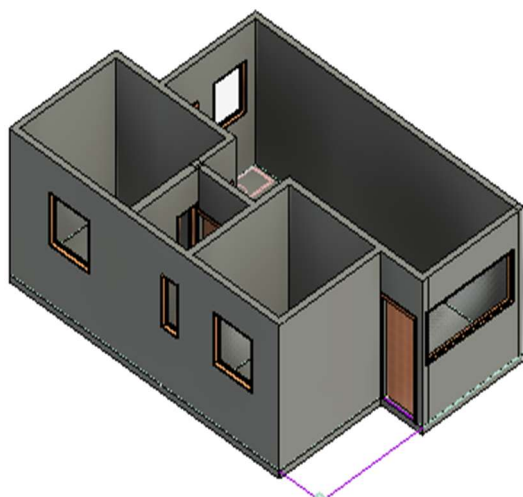


Figura 6. Modelo 3D gerado (experimento 2).

A ferramenta gerou um resultado considerado aceitável, em conformidade com o parâmetro de planta baixa previamente fornecido, demonstrando coerência na interpretação geral do *layout*. Contudo, analisando as Figuras 4 e 5, verificou-se que a WiseBIM não conseguiu identificar corretamente a porta de correr que realiza a conexão entre o banheiro (ambiente 2) e o quarto (ambiente 1), evidenciando uma limitação na leitura de determinados elementos arquitetônicos específicos. Além disso, observou-se que a simbologia das portas precisa seguir um padrão que represente adequadamente o raio de abertura, a fim de garantir clareza na interpretação do projeto e maior precisão na modelagem automatizada.

- Modelos gerados pela Planfinder: Em outra etapa do estudo, realizou-se uma simulação com a ferramenta de IA. Tal aplicação, iniciou-se com a marcação do gabarito no Revit, conforme apresentado na Figura 7.

Já as Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 representam as plantas geradas pela IA.

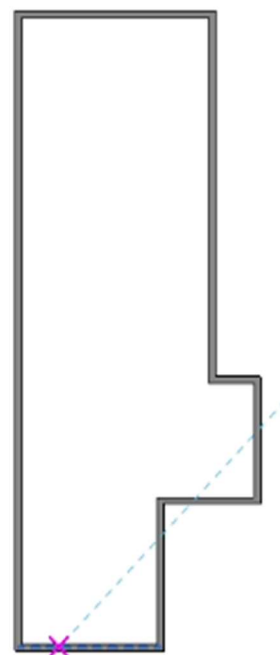


Figura 7. Marcação do gabarito planta.

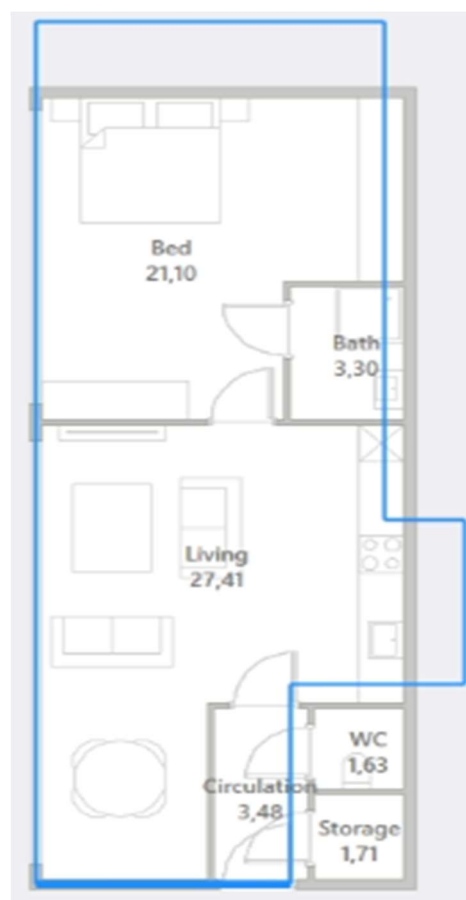


Figura 8. Modelo 1 gerado pela IA.

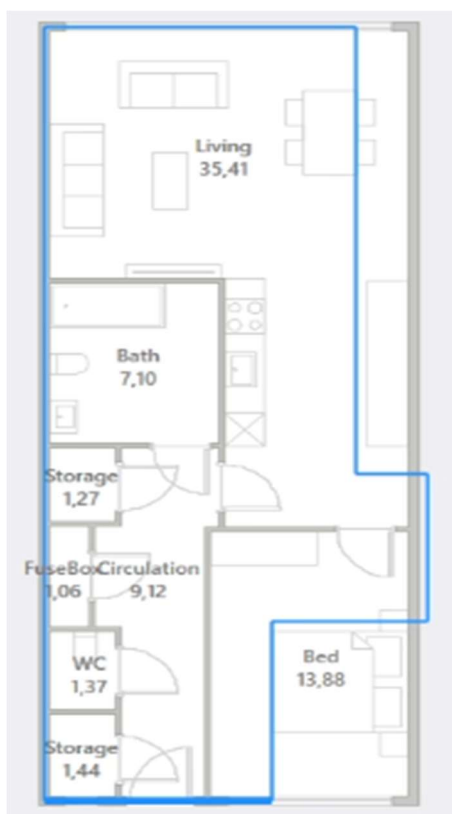


Figura 9. Modelo 2 gerado pela IA.



Figura 11. Modelo 4 gerado pela IA.



Figura 10. Modelo 3 gerado pela IA.

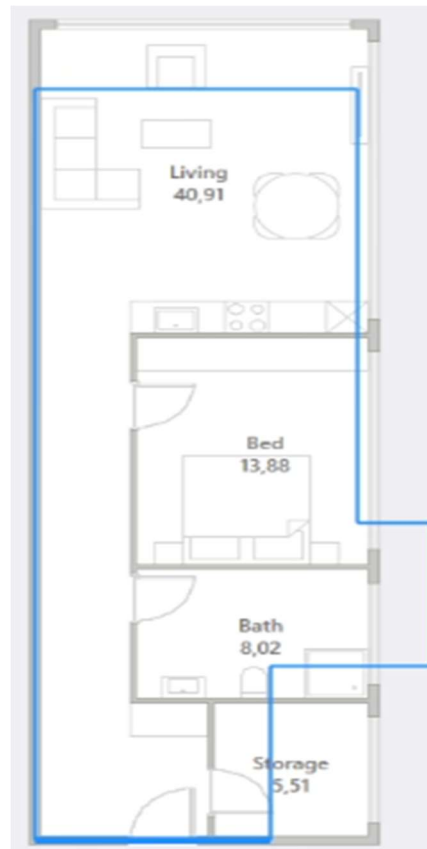


Figura 12. Modelo 5 gerado pela IA.

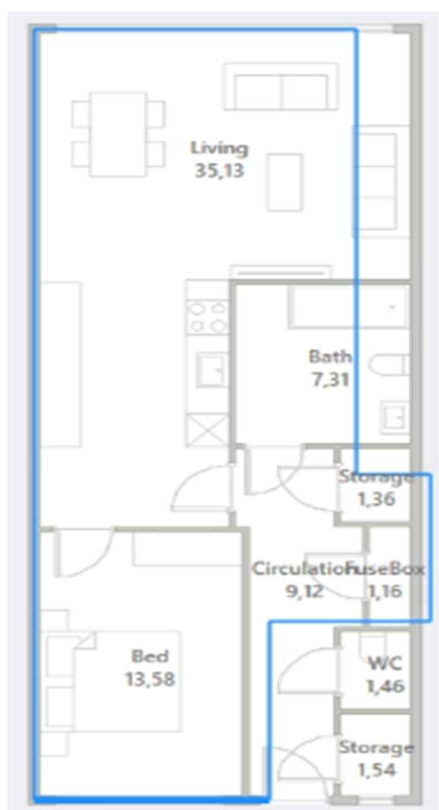


Figura 13. Modelo 6 gerado pela IA.



Figura 15. Modelo 8 gerado pela IA.

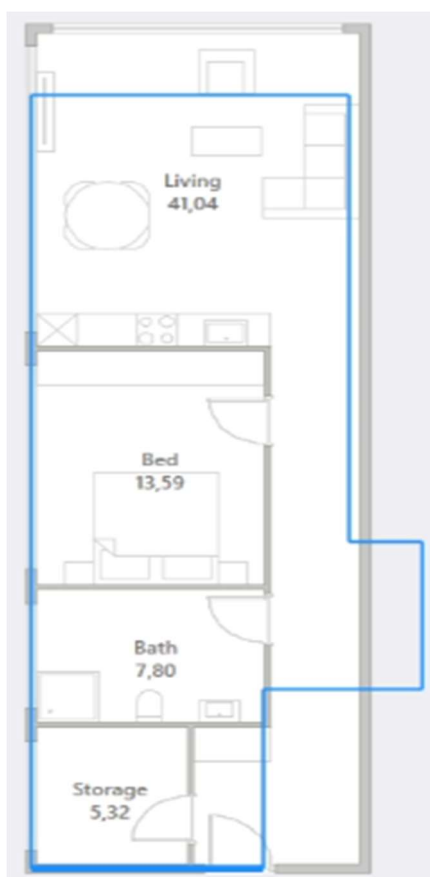


Figura 14. Modelo 7 gerado pela IA.



Figura 16. Modelo 9 gerado pela IA.



Figura 17. Modelo 10 gerado pela IA.

Ao analisar a simulação realizada com a PlanFinder, observou-se que a ferramenta apresentou resultados satisfatórios, especialmente quando aplicada a uma área reduzida e considerando o curto tempo de geração dos modelos, 56 segundos. Contudo, sob a ótica arquitetônica, alguns aspectos relevantes precisam ser avaliados com maior rigor. No que se refere ao conforto térmico e à iluminação natural, verificou-se que a inteligência artificial não inseriu janelas nas plantas geradas, elemento fundamental para garantir ventilação e iluminação adequadas. Essa ausência compromete significativamente a qualidade ambiental do projeto, resultando em soluções com baixo desempenho térmico e lumínico.

Em relação à setorização, constatou-se que a organização dos ambientes ainda demanda aprimoramento, principalmente no que diz respeito à integração entre os espaços. Plantas com setorização inadequada podem ser interpretadas como projetos ineficientes, uma vez que tendem a apresentar desperdício de área e circulação pouco funcional. Apesar dessas limitações, a ferramenta gerou dez modelos de plantas, com famílias de mobília, louças sanitários e portas, o que evidencia a rapidez na produção de alternativas de *design* à medida que o modelo *BIM* fica pronto para criar a cobertura, ou seja, representa um avanço significativo no fluxo de concepção de projetos de arquitetura em *BIM*.

De modo geral, percebeu-se um ganho significativo no processo criativo e nos estudos de viabilidade de empreendimentos imobiliários, sobretudo pela agilidade na geração de propostas iniciais.

CONCLUSÃO

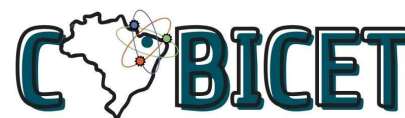
Os resultados desta pesquisa permitiram consolidar uma análise detalhada e sistematizada acerca da aplicação da inteligência artificial no desenvolvimento de projetos de arquitetura integrados à metodologia *BIM*. A partir das etapas anteriores, que envolveram revisão bibliográfica, testes práticos com diferentes ferramentas e simulações de modelagem, foi possível compreender não apenas as principais abordagens e tecnologias disponíveis, mas também as lacunas técnicas e operacionais ainda existentes. A revisão teórica contribuiu para contextualizar a evolução da inteligência artificial ao longo do tempo, desde seus fundamentos algorítmicos até a consolidação recente de modelos generativos capazes de atuar diretamente em fluxos projetuais, evidenciando sua crescente inserção na indústria da construção civil.

A identificação e catalogação das ferramentas mais adequadas ao processo de projeto foram etapas fundamentais para estruturar um fluxo de trabalho coerente e aplicável ao ambiente *BIM*. A avaliação considerou critérios como funcionalidades relevantes para as atividades projetuais contemporâneas, especialmente no que se refere à automação de processos; compatibilidade com *softwares BIM*, com ênfase no uso do Revit, precisão e relevância, usabilidade e velocidade de geração de plantas.

Essa análise comparativa possibilitou selecionar soluções mais alinhadas às demandas do projeto arquitetônico, bem como compreender suas fragilidades, como inconsistências em elementos construtivos, limitações na personalização de parâmetros e falhas em aspectos de conforto ambiental e normativo. Ainda assim, verificou-se que, quando utilizadas de forma estratégica e supervisionada pelo profissional, essas ferramentas ampliam significativamente a capacidade de geração de alternativas e a agilidade nos estudos preliminares. Apesar do longo caminho de evolução das IAs aplicadas ao projeto arquitetônico, as funcionalidades que serão criadas para resolver problemas dos projetistas e muitas outras alternativas, porém, até o momento, a inteligência artificial entregou um grande potencial de transformação para toda a indústria da construção civil que, alinhada a metodologia *BIM*, pode acelerar o processo de digitalização e modernização do setor.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. L.; PALHA, R. P.; ALMEIDA FILHO, T. A. Towards an integrative framework for BIM and artificial intelligence capabilities in smart architecture,



engineering, construction, and operations projects. Automation in Construction, v. 174, p. 1-22, abr. 2024.

ANTI-AFARI, M. F. et al. Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review. Automation in construction, v.91, p. 100-110, mar. 2018.

ARAÚJO, Vivian Martins. Compatibilização de Projetos de Edificação. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/773483e4-4860-4ae9-953c-25e1e0ec6b98>. Acesso em: 21 abr. 2026.

YUKSEL, N. et al. Review of artificial intelligence applications in engineering design perspective. Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 118, p. 1-26, 2023.

ZHANG, F. et al. Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. Automation in construction, v. 139, p. 1-17, maio 2022.