ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Impacto das imagens geradas por IA para o projeto de arquitetura e possíveis métodos construtivos

Impact of AI-generated images on architecture and possible construction methods

Olana Tridapalli
UDESC | Laguna | Brasil | olanatridapalli@gmail.com
Matheus Frederico Ferreira Henckmaier
UDESC/UNISUL | Laguna | Brasil | henckma@outlook.com
Maria Helena Tomoscko
UDESC | Florianópolis | Brasil | mariahelenatomoscko9@gmail.com

Resumo

Este artigo analisa o potencial da inteligência artificial na criação de imagens para referências de projetos arquitetônicos e possíveis impactos na construção. A metodologia envolveu uma busca de imagens no Instagram usando a hashtag #aiarchitecture. Foram realizadas 8 amostragens, totalizando 100 imagens coletadas e analisadas. A análise identificou padrões estéticos, formais e construtivos. Os resultados mostram uma predominância de formas orgânicas e o uso de materiais convencionais, como concreto e vidro, sugerindo uma preferência por uma estética fluída e natural em contraste com formas retas. Nos métodos construtivos há uma forte inclinação por técnicas contemporâneas, como pré-moldados e concreto armado, valorizados por sua rapidez e eficiência. Além disso, observa-se uma crescente adoção de métodos inovadores, como a impressão 3D, que permite a criação de formas complexas e personalizadas, difíceis de alcançar com técnicas convencionais. Este avanço tecnológico aponta para uma transformação no processo de desenho arquitetônico, onde a geração de imagens a partir de texto pode aumentar significativamente a criatividade e a representação visual dos projetos.

Palavras-chave: Texto-para-imagem. Inteligência artificial. Processo projetual. Métodos construtivos. Inovação arquitetônica.

Abstract

This article examines the potential of artificial intelligence in generating images for architectural project references and its possible impacts on construction. The methodology involved searching for images on Instagram using the hashtag #aiarchitecture. Eight samplings were conducted, totaling 100 images collected and analyzed. The analysis identified aesthetic, formal, and constructive patterns. The results show a predominance of organic forms and the use of conventional materials such as concrete and glass, suggesting a preference for a fluid

Como citar:
TRIDAPALLI, O; HENCKMAIER, M. F. F.; TOMOSCKO, M. H. Impacto das imagens geradas por IA para o projeto de arquitetura e possíveis métodos construtivos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais do XX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído** Maceió: ANTAC, 2024.

and natural aesthetic in contrast to straight forms. In construction methods, there is a strong inclination towards contemporary techniques, such as precast and reinforced concrete, valued for their speed and efficiency. Additionally, there is a growing adoption of innovative methods such as 3D printing, which allows for the creation of complex and customized shapes, difficult to achieve with conventional techniques. This technological advancement points to a transformation in the architectural design process, where text-to-image generation can significantly enhance creativity and visual representation of projects.

Keywords: Text-to-image. Artificial intelligence. Design process. Construction methods. Architectural innovation.

INTRODUÇÃO

Ferramentas digitais estão se tornando cada vez mais difundidas e acessíveis no cotidiano da humanidade. O avanço de tais tecnologias e suas aplicações afetam diretamente campos da construção civil, desde o processo de levantamento de dados, design arquitetônico, representações e a execução das obras [1]. Dentre as ferramentas digitais que auxiliam nestes processos está a inteligência artificial (IA). O uso de IA no processo de design está cada vez mais em evidência e de fácil utilização, na arquitetura essa tecnologia aparece em maior evidência no processo de geração de imagens de referências projetuais, no processo de renderização e nos estudos de potenciais construtivos e de leiaute [2,3].

Ferramentas digitais são consideradas essenciais no design desde a sua introdução no início da década de 1960. Além disso, são instrumentos eficazes para colaborar com processos e habilidades cognitivas, como a criatividade [4]. No projeto de arquitetura, as primeiras etapas do design é um momento oportuno para a geração de imagens por IA a partir de *prompts* de textos. O projetista pode rapidamente criar uma representação visual de seus conceitos a partir de uma descrição textual, desenvolvendo imagens que auxiliam no processo de explorar e avaliar diversas possibilidades de design.

Nesse contexto, Dall-E, Midjourney, Diffusion Bee e Motion Leap são alguns exemplos de IA com habilidades para geração de imagens a partir de texto. Dall-E é conhecido por sua interface simples e direta, ideal para usuários com pouca experiência em IA, enquanto Midjourney possui uma interface mais complexa. Diffusion Bee oferece uma interface totalmente personalizável para ajustes detalhados, e Motion Leap se destaca pela facilidade de uso em dispositivos móveis. Todas essas ferramentas, exceto Diffusion Bee, podem rapidamente gerar visuais a partir de descrições textuais, com Dall-E se destacando pela capacidade de lidar com uma ampla variedade de entradas textuais [5].

Compreender melhor as influências e impactos que o uso de IA pode trazer para a construção civil é crucial para se adaptar a essas tecnologias emergentes. A IA tem o potencial de transformar o processo de design projetual, promovendo maior eficiência, inovação e novas perspectivas da construção. Dada a importância desta temática para o campo da construção, este trabalho busca explorar as contribuições e limitações do uso de imagens referenciais geradas por IA e como elas podem impactar o futuro dos projetos de arquitetura e o setor da construção civil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para compreender o potencial da IA na geração de imagens conceituais para projetos arquitetônicos e seu possível impacto no futuro das construções, esta pesquisa identificou *hashtags* relacionadas ao uso de IA e arquitetura na rede social Instagram. Através de uma pesquisa nas hashtags que abordam imagens geradas por IA, foi identificada que #aiarchitecture, que conta com 215.493 publicações, é a mais utilizada.

O Instagram, no momento de busca por "principais publicações" através de *hashtags,* apresenta 28 principais publicações para o tema por dia. As imagens foram analisadas do dia 01/03/2024 até o dia 25/03/2024 com um computador e utilizando um navegador de internet.

Os critérios de inclusão para a seleção das imagens foram:

- Publicações que utilizavam a *hashtag* #aiarchitecture.

- Imagens que apresentavam componentes de design arquitetônico gerado por IA.

Os critérios de exclusão incluíram:

- Imagens repetidas.

- Publicações não relacionadas diretamente a imagens de arquitetura gerada por IA (publicidade, posts pessoais, vídeos).

- Imagens de baixa qualidade ou que não apresentavam detalhes suficientes para análise.

Foram analisadas ao todo 100 referências projetuais de arquitetura divididas em 8 amostragens durante o período de buscas. As referências foram analisadas com o objetivo de identificar padrões estéticos e formais. As categorias analisadas foram: forma (ortogonal ou orgânica), material utilizado, métodos construtivos, cores e entorno das imagens. Por fim, os resultados foram discutidos em termos do impacto potencial da IA no futuro da arquitetura e construção, levando em conta implicações relacionadas à sustentabilidade, inovação tecnológica e novas abordagens para o design e construção de edifícios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

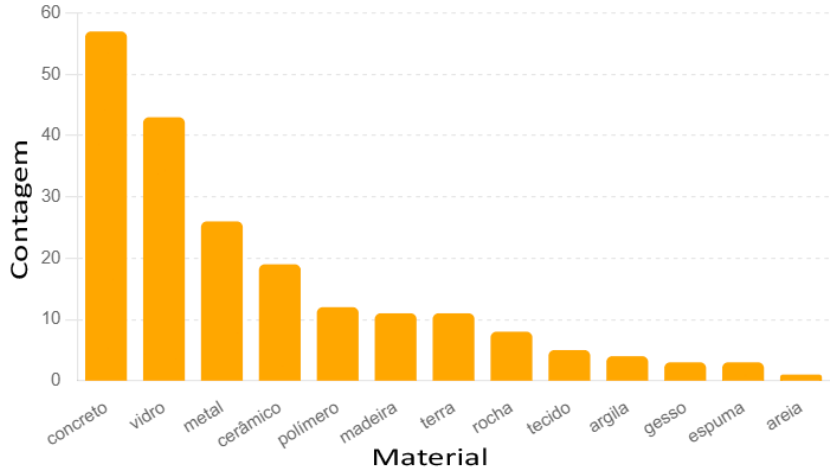
Os dados revelam a contagem de formas geradas por IA nas duas categorias analisadas: orgânica e ortogonal. As referências com formas orgânicas predominam significativamente na amostragem, com uma contagem de 65 ocorrências, em contraste com as 35 ocorrências de formas ortogonais. Esse resultado sugere uma tendência das ferramentas de IA e de seus usuários em gerar formas mais fluídas e inspiradas na natureza em comparação às formas retas e angulares. A predominância das formas orgânicas pode refletir uma preferência por estéticas mais suaves e desafiadoras em projetos arquitetônicos, possivelmente influenciada por tendências contemporâneas que aliadas com a tecnologia procuram por formas que se destacam na paisagem [6,7]. Esses achados podem influenciar arquitetos ao considerar o uso de

imagens geradas por IA como referência, indicando uma inclinação para estilos que favorecem a fluidez e a organicidade das formas.

A figura 1 ilustra a contagem dos possíveis materiais utilizados em projetos arquitetônicos baseados em imagens geradas por IA. Os dados demonstram uma preferência significativa pelo concreto, que aparece em 57 ocasiões, seguido pelo vidro com 43 ocorrências e pelo metal com 26. Outros materiais como cerâmica (19), polímero (12), madeira (11), e terra (11) também foram identificados, mas com menor frequência. Materiais menos comuns incluem rocha (8), tecido (5), argila (4), gesso (3), espuma (3) e areia (1).

Esses resultados refletem uma tendência clara em favor de materiais convencionais, como concreto, vidro e metal. A menor frequência de materiais como argila, gesso e areia pode indicar uma menor utilização destes em conceitos gerados por IA, possivelmente devido as limitações práticas desses materiais na construção atualmente.

Figura 1: Distribuição das referências por categoria formal



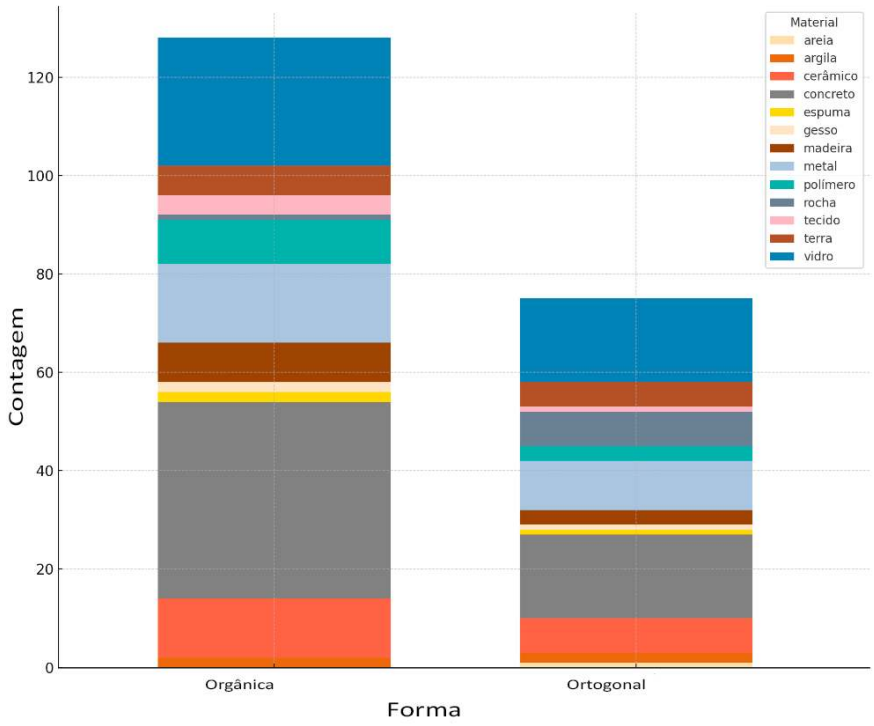
Fonte: Autores.

Os resultados obtidos com a correlação entre os materiais observados e as formas geradas nos projetos analisados podem fornecer informações valiosas para o desenvolvimento de referências projetuais (Figura 2). Observa-se que materiais como concreto, vidro e metal são amplamente utilizados na geração de imagens por IA destacando-se como referências comuns em ambas as formas analisadas, orgânico e ortogonal. No entanto, o concreto aparece com maior frequência, especialmente associado a formas orgânicas, que pode ser resultado da versatilidade e a predominância desse material nas técnicas construtivas atuais. A alta incidência de vidro, associado tanto a formas orgânicas quanto ortogonais, pode indicar uma tendência de transparência e integração visual das paisagens nos projetos, além da sua utilização estratégica que favorece o bioclimatismo.

A diversidade de materiais é mais evidente nas formas orgânicas, que apresentam uma maior variedade e quantidade de materiais, incluindo cerâmica, madeira, metal e

polímero. Já as formas ortogonais, embora também utilizem uma gama diversificada de materiais, têm uma frequência menor.

Figura 2: Distribuição de materiais utilizados por categoria formal

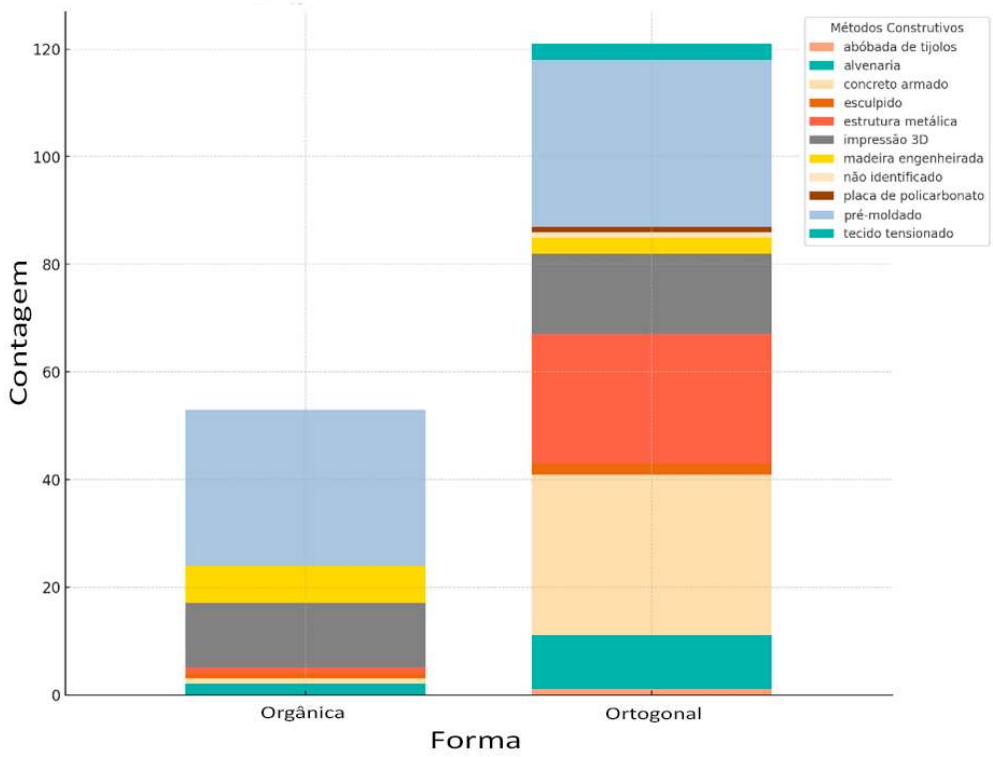


Fonte: Autores.

A figura 3 apresenta os métodos construtivos possíveis utilizados nas referências fornecidas. Os dados mostram que o método construtivo mais observado é o pré-moldado, com 60 ocorrências, seguido pelo concreto armado (31), impressão 3D (27) e estrutura metálica (25). Outros métodos como alvenaria e madeira engenheirada também são predominantes, com 12 e 10 ocorrências, respectivamente. Métodos menos comuns incluem tecido tensionado, esculpido, abóbada, placas de policarbonato e outros não identificados.

Esses resultados destacam uma forte preferência por métodos construtivos contemporâneos e amplamente utilizados, como o pré-moldado e o concreto armado, que são valorizados por sua rapidez, rigidez estrutural e mão de obra abundante. A crescente observação de referências que poderiam ser construídos com a utilização de impressão 3D indica uma tendência inovadora no setor de construção, oferecendo novas possibilidades de design e construção rápida [8].

Figura 3: Distribuição de métodos construtivos por categoria formal



Fonte: Autores.

A figura 3 mostra a correlação entre as formas arquitetônicas e os métodos construtivos possíveis. Observa-se que as formas ortogonais possuem uma maior diversidade e quantidade de métodos construtivos utilizados. Já as formas orgânicas utilizam uma menor quantidade de métodos.

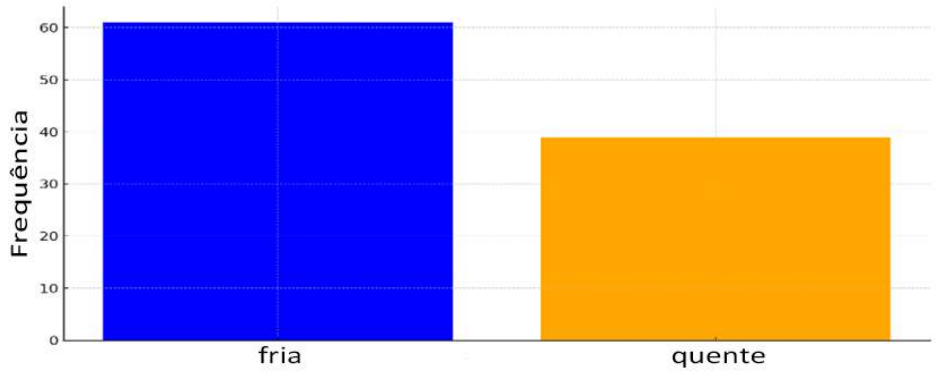
O método pré-moldado é predominante em ambos os estilos, aparecendo mais nas referências de formas orgânicas. O concreto armado e a estrutura metálica também são amplamente utilizados, sendo um pouco mais comuns em formas ortogonais, diretamente relacionados com a tipologia das construções contemporâneas. A impressão 3D aparece com relevância, principalmente em formas orgânicas, refletindo a tendência de uso de tecnologias inovadoras em projetos arquitetônicos de formas mais fluídas e naturais [9]. A madeira engenheirada e a alvenaria têm uma distribuição mais equilibrada entre os dois estilos, destacando a versatilidade desses materiais.

O método construtivo de pré-moldado é uma técnica que envolve a fabricação de elementos estruturais em uma fábrica, os quais são posteriormente transportados e montados no local da obra. Esta metodologia oferece vantagens significativas, como maior controle de qualidade, redução de desperdícios, e maior velocidade de construção. Recentemente, o avanço da impressão 3D tem revolucionado o setor, permitindo a criação de componentes pré-moldados com formas mais complexas [10]. A impressão 3D, aplicada na construção, facilita a personalização dos elementos e a execução de projetos arquitetônicos inovadores, com formas orgânicas que seriam difíceis de alcançar com métodos tradicionais. A combinação dessas tecnologias está

impulsionando a evolução do pré-moldado, tornando-o uma opção com cada vez mais possibilidades de design [11,12].

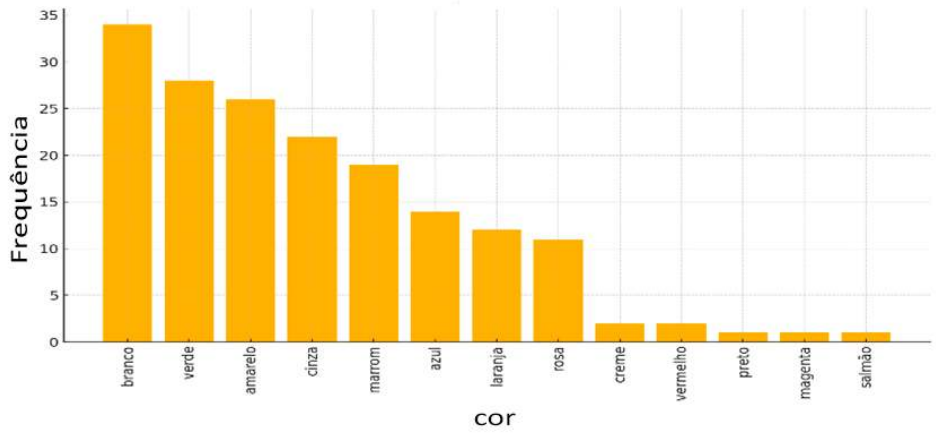
Os dados apresentados nas figuras 4 e 5 mostram uma predominância da paleta de cores "frias", especialmente branco, nas referências geradas pela IA. Esta tendência pode indicar uma crescente preferência dos usuários por cores que contribuem para a eficiência energética e o conforto térmico, refletindo a luz solar e auxiliando no bioclimatismo das construções. O verde, principalmente associado às vegetações das referências, pode ser associado a iniciativas de arquitetura verde que são cada vez mais necessárias e utilizadas na contemporaneidade, com a integração da paisagem e de paisagismo às edificações, favorecendo uma arquitetura mais sustentável [13].

Figura 4: Frequência das categorias de cores quentes e frias



Fonte: Autores.

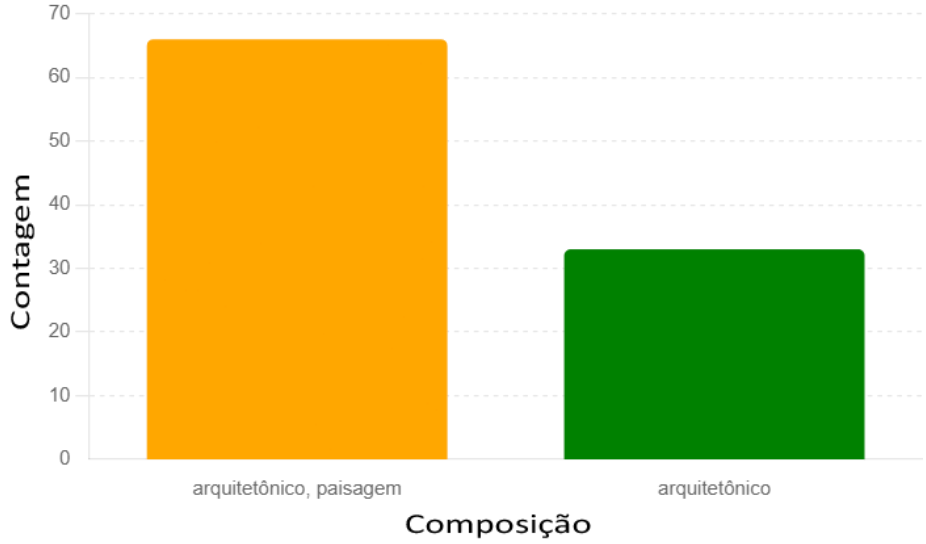
Figura 5: Frequência das categorias de cores



Fonte: Autores.

Além disso, a figura 6 revela a inserção das referenciais com relação à composição da imagem e seu entorno. As categorias "arquitetônico" e "arquitetônico, paisagem", aparecem com 33 e 67 ocorrências, respectivamente. A predominância da categoria "arquitetônico, paisagem" indica uma tendência na integração de elementos da paisagem do entorno nos projetos arquitetônicos, reafirmando a busca por um design mais integrado que considera tanto a edificação quanto o ambiente ao seu redor.

Figura 6: Distribuição dos referenciais em relação à composição da imagem



Fonte: Autores.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam uma predominância de formas orgânicas e materiais tradicionais, como concreto e vidro, em imagens geradas por IA para projetos arquitetônicos, sugerindo uma preferência por estéticas fluídas e naturais em contraste com formas retas e angulares. A predominância de cores frias, especialmente o branco e o verde, reflete uma busca por eficiência energética e conforto térmico, alinhando-se às tendências contemporâneas de sustentabilidade. A inclusão frequente de elementos paisagísticos nas referências geradas pela IA indica uma integração cada vez maior entre arquitetura e meio ambiente, promovendo uma arquitetura que harmoniza edificações com a paisagem ao redor.

Além disso, a análise dos métodos construtivos revela uma forte inclinação por técnicas contemporâneas já utilizadas, como pré-moldados e concreto armado, valorizados por sua rapidez e eficiência. A crescente observação de métodos como a impressão 3D destaca a tendência inovadora no setor, permitindo a criação de formas complexas e personalizadas que seriam difíceis de alcançar com métodos tradicionais. Este avanço tecnológico aponta para uma transformação no processo de design arquitetônico, onde a geração de texto para imagem pode aumentar significativamente a criatividade e a representação visual dos projetos.

Os resultados indicam que a IA tem potencial para revolucionar o design arquitetônico, tornando-o mais acessível e eficiente. A capacidade de gerar modelos 3D e renderizações foto realistas rapidamente, pode transformar a maneira como arquitetos e clientes visualizam e desenvolvem projetos. No futuro, se prevê que a produção de imagens através de *prompts* de texto se torne uma ferramenta crucial para arquitetos, facilitando a experimentação de diferentes conceitos de design e promovendo a inovação no setor. A IA não apenas economiza tempo e esforço, mas

também amplia as possibilidades criativas, permitindo que arquitetos explorem novas ideias de forma mais eficaz e precisa.

Para compreender melhor a contribuição da inovação tecnológica para o processo de projeto, é fundamental contextualizar os resultados dentro do panorama mais amplo que têm moldado o processo criativo na arquitetura e no design. Estudos sobre o impacto de tecnologias como CAD (Computer-Aided Design), CAAD (Computer-Aided Architectural Design), modelagem paramétrica e BIM (Building Information Modeling) demonstram como essas ferramentas transformaram a prática arquitetônica, permitindo novos níveis de precisão, eficiência e inovação [14,15,16]. Da mesma forma, a IA promete continuar essa trajetória de transformação, oferecendo novas oportunidades para experimentação criativa e inovação no design arquitetônico.

Desta forma, este trabalho contribui para esse processo ao demonstrar como a IA pode ser utilizada para gerar imagens conceituais que incorporam tendências contemporâneas de design. Ao analisar a prevalência de formas, materiais e métodos construtivos nas imagens geradas por IA, esta pesquisa fornece insights valiosos sobre as preferências estéticas atuais e futuras no campo da arquitetura. Além disso, ao destacar a capacidade da IA de facilitar a criação de formas complexas e personalizadas, a pesquisa demonstra o potencial dessa tecnologia para expandir as possibilidades criativas, permitindo explorar novas ideias de maneira mais eficaz e precisa. Estas percepções podem orientar futuras pesquisas e práticas no uso de IA na arquitetura, promovendo uma maior integração entre tecnologia, sustentabilidade e inovação no design.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR CB-02**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares. Rio de Janeiro, 2011.

[2] LEWIN, R. **Complexity: life at the edge of chaos**. 2. ed. Chicago: University of Chicago Press, 2000.

[3] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2011.

[4] KOLAREVIC, B.; MALKAWI, A. M. (Ed.). **Performative Architecture Beyond Instrumentality**. Nova Iorque: Spon Press, 2005.

[5] EISENMAN, P. Visions unfolding: architecture in the age of electronic media. In: NESBITT, K. **Theorizing a New Agenda for Architecture**. 2. ed. Nova Jersey: Princeton Architectural Press, 1996. p. 556-561.

[6] FASOULAKI, E. **Integrated design: a generative multi-performative design approach**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Architecture Studies) – Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2008.

[7] KILIAN, A. **Design explorations through bidirectional modeling of constraints**. 2006. 325 f. Tese (Doutorado em Philosophy in Architecture Design and Computation) – Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2006.

[8] FISCHER, T.; BURRY, M.; FRAZER, J. Triangulation of generative form for parametric design and rapid prototyping. **Automation in Construction**, v. 14, n. 2, p. 233-240, mar. 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.07.004

[9] FISCHER, T. Generation of Apparently Irregular Truss Structures. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN FUTURES, 11., 2005, Viena. **Proceedings [...]** Viena: Vienna University of Technology, 2005. p. 229-238.

[10] GORDON, D. **The emergent genius of ant colonies**. Ted Talks: ideas worth spreading. The Emergent Genius of Ant Colonies. 2003. Disponível em: http://www.ted.com/. Acesso em: 12 setembro 2013.

[11] VOLPE, S.; SANGIORGIO, V.; PETRELLA, A.; COPPOLA, A.; NOTARNICOLA, M.; FIORITO, F. **Building envelope prefabricated with 3d printing technology.** Sustainability (Switzerland), v. 13, n. 16, 2021.

[12] EMAMI, Niloufar. **Employing additive manufacturing to create reusable TPU formworks for casting topologically optimized facade panels.** Journal of Building Engineering, [s. l.], v. 75, 2023.

[13] ZHONG, W.; SCHROEDER, T.; BEKKERING, J. **Designing with nature: Advancing three-dimensional green spaces in architecture through frameworks for biophilic design and sustainability.** Frontiers of Architectural Research, v. 12, n. 4, p. 732–753, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.03.001.

[14] BAGHAEI-DAEMEI, A.; SAFARI, H. **Factors affecting creativity in the architectural education process based on computer-aided design.** Frontiers of Architectural Research, v. 7, n. 1, p. 100–106, 2018.

[15] CAETANO, I.; SANTOS, L.; LEITÃO, A. **Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design.** Frontiers of Architectural Research, v. 9, n. 2, p. 287–300, 2020.

[16] BISWAS, H. K.; YING, T. S.; LAU, S. L. **Impact of Building Information Modelling and Advanced Technologies in the AEC Industry: A Contemporary Review and Future Directions.** Journal of Building Engineering, v. 82, n. August 2023, 2024.