

Utilização de Inteligência Artificial generativa de imagens em Arquitetura e Urbanismo: Pesquisa bibliométrica na base Scopus de 1960 a 2024

Use of generative image Artificial Intelligence in Architecture and Urbanism: Bibliometric research on the Scopus Database from 1960 to 2024

usjt
arq.urb

número 41| abr -dez de 2026

Recebido: 26/07/2024

Aceito: 05/06/2026

DOI: [10.37916/arq.urb.vi41.751](https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi41.751)



Gabriel Barcelos e Silva*, Sergio Rafael Cortes de Oliveira**, Tássia Ressiguer Ribeiro***, Mariana da Costa Gaiato****

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fuminense, Brasil, gabriel.barcelos@gsuite.iff.edu.br

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil, s.rafaelcortes@yahoo.com.br

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil, tassiaribeiro@gmail.com

****Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil, marianagaiato@gmail.com

Palavras-chave:

Estado da arte.
Arquitetos e urbanistas.
Redes neurais generativas.

Keywords:

State of the art.
Architects and urban planners.
Generative neural networks.

Resumo

O desenvolvimento de métodos de aprendizagem profunda com Inteligências Artificiais (IAs) generativas de imagens instiga a compreensão dessas possibilidades como ferramenta na arquitetura. Assim, com enfoque na formação do arcabouço acadêmico, levanta-se a seguinte questão-problema: Como estão sendo direcionadas as pesquisas que relacionam Inteligências Artificiais generativas de imagens e a prática arquitetônica? Parte-se da hipótese de um crescente potencial nessa correlação, mas ainda com uma abordagem iniciante sobre a exploração detalhada dos seus diferentes empregos no cotidiano desses profissionais. Tem-se o objetivo geral de identificar a produção intelectual que aborda a utilização de IAs generativas em Arquitetura e Urbanismo, para estabelecer um parâmetro acadêmico-científico. Esta pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo e com abordagem quali-quantitativa, enfatiza o reconhecimento das tendências acadêmicas por meio de pesquisa bibliométrica. O processo de coleta foi realizado no primeiro semestre de 2024. As consultas utilizaram combinações com até três descritores, em inglês e português, associando o termo “*architect*” (ou “*arquitet*”) com as outras palavras-chaves que abarcam as IAs generativas de imagens, totalizando 24 combinações, aplicadas na base Scopus, considerando sua vasta temporalidade. Os resultados encontrados apontam a atualidade da temática e confirmam a hipótese sugerida. Com esta pesquisa, pretende-se contribuir para fornecer novas perspectivas.

Abstract

The development of deep learning methods with generative image Artificial Intelligences (AIs) prompts an understanding of these possibilities as tools in architecture. Thus, focusing on the formation of the academic framework, the following problem question arises: How are research studies that relate generative image Artificial Intelligences and architectural practice being directed? The hypothesis is that there is a growing potential in this correlation, but with a nascent approach to exploring its different applications in the daily lives of these professionals. The general objective is to identify the intellectual production that addresses the use of generative AIs in Architecture and Urbanism to establish an academic-scientific parameter. This applied research, of an exploratory and descriptive nature with a qualitative-quantitative approach, emphasizes recognizing academic trends through bibliometric research. The data collection process was carried out in the first half of 2024. The searches used combinations of up to three descriptors in English and Portuguese, associating the term “*architect*” (or “*arquitet*”) with other keywords that encompass generative image AIs, totaling 24 combinations applied in the Scopus database, considering its vast temporality. The results point to the relevance of the theme and confirm the suggested hypothesis. This research aims to contribute by providing new perspectives.

Introdução

A prática da Arquitetura, como atividade criativa, depende das expressões visuais, fundamentais para a concepção, a comunicação e a realização das ideias dos arquitetos. Os avanços tecnológicos têm transformado o processo arquitetônico, otimizando a produção e permitindo uma maior exploração criativa. Ferramentas digitais como *softwares* de desenho, modelagem e renderização se tornaram essenciais, proporcionando precisão, eficiência e flexibilidade, permitindo um trabalho mais versátil e otimizado.

Nos últimos anos, as Redes Neurais Generativas (RNG) têm se destacado nas representações gráficas, por serem capazes de produzir imagens a partir de descrições textuais ou outras imagens. Exemplos notáveis incluem o *Dall-E*, *Midjourney* e *Stable Diffusion*. Esses avanços são possíveis graças ao *deep learning*, que se inspira no funcionamento do cérebro humano para processar dados de forma complexa e gerar novos conteúdos. As RNGs, em particular, não só entendem informações, mas também criam novos dados, como imagens e textos, com alta precisão e autonomia.

A área de Arquitetura, em sua diversidade de atuação, se beneficia dessas tecnologias, otimizando processos desde a concepção inicial até a apresentação final, e permitindo a exploração de novas perspectivas criativas.

Assim, esta pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo e com abordagem quali-quantitativa (Gil, 2019), parte da seguinte questão-problema: Como estão sendo direcionadas as pesquisas que relacionam Inteligências Artificiais generativas de imagens e a prática arquitetônica? Assume-se como hipótese a existência de um crescente potencial nessa correlação, mas ainda com uma abordagem iniciante sobre a exploração detalhada dos seus diferentes empregos no cotidiano dos arquitetos e urbanistas, em suas diversas áreas de atuação. O objetivo geral deste estudo é identificar a produção intelectual que aborda a utilização de IAs generativas em Arquitetura e Urbanismo, para estabelecer um parâmetro acadêmico-científico. Para tal, enfatiza-se o reconhecimento das tendências acadêmicas por meio da utilização de procedimento metodológico do tipo pesquisa bibliométrica (Ferreira, 2002) realizada na base Scopus.

De maneira geral, a pesquisa identificou 850 publicações na base Scopus sobre IAs generativas de imagens, das quais 128 foram selecionadas e, após a eliminação de repetições, restaram 73 documentos. Os resultados encontrados sugerem que o tema é recente, com publicações a partir de 2020 e um pico em 2023-2024, indicando um crescente impacto e reconhecimento dessas tecnologias como ferramentas valiosas para arquitetos e profissionais da construção civil. Os documentos se distribuem em diversas áreas da Arquitetura como, por exemplo, “Processo criativo”, “Representação gráfica” e “Layout e projeto”; e são de autores de países como Estados Unidos, China, Reino Unido, entre outros.

Além desta introdução, este texto se estrutura em mais quatro partes: uma seção de metodologia, que descreve os procedimentos e abordagens utilizados para conduzir a pesquisa bibliométrica; uma seção de resultados, que apresenta e analisa os dados coletados durante o estudo; e uma seção de considerações finais, que discute as conclusões, implicações e possíveis direções futuras para pesquisas nesta área; e, por fim, as referências bibliográficas.

Metodologia

Buscando compreender o “estado da arte” ou o “estado do conhecimento” de produções científicas relativas ao uso de Inteligência Artificial generativa de imagem na prática arquitetônica e urbanística, a metodologia adotada neste artigo é baseada na pesquisa bibliométrica. De acordo com Ferreira (2002), a pesquisa bibliométrica se tornou expressiva no Brasil a partir da década de 1980, tendo como finalidade o mapeamento das pesquisas desenvolvidas em determinado tempo para conhecer a produção científica na área de conhecimento estudada e em que aspectos e dimensões se destaca.

Neste estudo, a aplicação deste procedimento metodológico aconteceu com o intuito de conhecer e caracterizar as principais informações/métricas das publicações nacionais e internacionais que correlacionam as IAs generativas com os campos de Arquitetura e Urbanismo. De modo geral, para os documentos selecionados, buscou-se caracterizar as principais informações como: áreas de conhecimento, fontes, afiliações (instituições e respectivos países), autores, anos, números de citações das publicações e sínteses das abordagens.

As buscas dos trabalhos ocorreram em 11 de abril de 2024 na base Scopus1, da Elsevier, pela sua maior abrangência temporal e de disponibilidade de material. O ingresso na base ocorreu por meio do acesso pela Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela assinatura dos conteúdos do IFFluminense, para acesso à integralidade dos documentos.

Os termos (descritores) empregados nas buscas foram definidos a partir dos conceitos-chaves ligados ao problema e ao objetivo geral desta pesquisa, utilizando dois idiomas, inglês e português. Cabe ressaltar que foram realizadas combinações entre essas palavras-chaves na busca de trabalhos que pudessem contemplar a abordagem da temática, sem fuga em relação ao contexto aqui estudado. Assim, foram utilizadas combinações com até três descritores, cada um pertencendo a um dos eixos estruturantes:

Em inglês: 1 – *architect**; 2 – “*AI painting*”; 3 – *text-to-image*; 4 – *image-to-image*; 5 – “*AI-generated imag**”; 6 – “*AI-generated art*”; 7 – *Midjourney*; 8 – *Dall-E*; 9 – “*Stable Diffusion*”; 10 – *image*; 11 – “*Artificial Intelligence*”; 12 – “*programming prompt*”.

Em português: 1 – *arquitet**; 2 – pintura, IA; 3 – “texto para imagem”; 4 – “imagem para imagem”; 5 – “gerador de imagem”, IA; 6 – arte, IA; 7 – *Midjourney*; 8 – *Dall-E*; 9 – “*Stable Diffusion*”; 10 – imagem; 11 – “Inteligência Artificial”; 12 – “*prompt* de programação”.

As palavras-chaves foram combinadas em 24 pesquisas com dois ou três descritores, sempre associando o termo “*architect**” (ou sua tradução “*arquitet**”) com as outras palavras-chaves que abarcam as IAs generativas de imagens.

Nota-se que em algumas palavras-chave são aplicados o símbolo * como sufixo, para que as buscas fossem mais abrangentes, contemplando as diversas variações terminológicas, todos os empregos dos radicais, sem enviesamento de afixos. Os descritores com mais de uma palavra são utilizados entre aspas para a busca exata do termo. Alguns dos termos aplicados na pesquisa se referem a plataformas de grande notoriedade que produzem imagens por meio de algoritmos generativos voltados a imagens.

Como critério de inclusão do material encontrado, para a definição da amostra de trabalhos convergentes à temática que seguiu para as análises e respectivas

caracterizações, a seleção ocorreu pela investigação dos títulos, palavras-chave e resumos dos textos que atenderam ao recorte temático deste estudo, bastando que estivessem disponíveis para leitura, pelo menos, os resumos das publicações. Portanto, os trabalhos que não atenderem a isso, foram excluídos.

O período investigado na Scopus foi de 1960 até 2024, contemplando a máxima amplitude temporal da base pesquisada. Dentre as opções de busca na base, realizou-se a pesquisa pela opção “documentos”, incluindo a seleção de busca nos títulos, resumos e palavras-chaves, com o tipo de documento “todos”.

Os dados dos trabalhos selecionados receberam tratamentos, seguindo para a análise e a discussão dos resultados encontrados. Os principais indicadores bibliométricos de interesse desta pesquisa são as áreas de conhecimento, as fontes, as afiliações (instituições e respectivos países), os autores, os anos, os números de citações das publicações e, ainda, as sínteses das abordagens. Essas informações são apresentadas em quadros, gráficos e/ou tabelas ao longo deste artigo.

Resultados

As 24 combinações inseridas como parâmetros de entrada na base Scopus conduziram ao total de 850 resultados, com 128 aderentes ao tema. Entre esses 128 resultados, ocorre a sobreposição de algumas publicações (23) que aparecem em mais de uma chave de pesquisa; reduzindo o quantitativo para 72 trabalhos diferentes. A Figura 1 sintetiza os quantitativos de publicações encontrados.

Descritores de pesquisa					Resultados encontrados	
	Primeiro campo	Conectivo	Segundo campo	Conectivo	Terceiro campo	Totais Relevantes
1	<i>architect*</i>	and	<i>AI painting</i>	-	-	0 0
2	<i>architect*</i>	and	<i>text-to-image</i>	-	-	168 24
3	<i>architect*</i>	and	<i>image-to-image</i>	-	-	567 31
4	<i>architect*</i>	and	<i>AI-generated imag*</i>	-	-	16 6
5	<i>architect*</i>	and	<i>AI-generated art</i>		-	1 0
6	<i>architect*</i>	and	<i>Midjourney</i>	and	<i>artificial intelligence</i>	16 15
7	<i>architect*</i>	and	<i>Dall-E</i>	and	<i>artificial intelligence</i>	12 8
8	<i>architect*</i>	and	<i>Stable Diffusion</i>	and	<i>artificial intelligence</i>	14 9

9	architect*	and	Midjourney	and	AI	23	17
10	architect*	and	Dall-E	and	AI	14	8
11	architect*	and	"Stable Diffusion"	and	AI	19	10
12	architect*	and	image	and	"programming prompt"	0	0
13	arquitet*	and	pintura	and	IA	0	0
14	arquitet*	and	"texto para imagem"	-	-	0	0
15	arquitet*	and	"imagem para imagem"	-	-	0	0
16	arquitet*	and	"gerador de imagem"	and	IA	0	0
17	arquitet*	and	arte	and	IA	0	0
18	arquitet*	and	Midjourney	and	"inteligência artificial"	0	0
19	arquitet*	and	Dall-E	and	"inteligência artificial"	0	0
20	arquitet*	and	"Stable Diffusion"	and	"inteligência artificial"	0	0
21	arquitet*	and	Midjourney	and	AI	0	0
22	arquitet*	and	Dall-E	and	AI	0	0
23	arquitet*	and	"Stable Diffusion"	and	AI	0	0
24	arquitet*	and	imagem	and	"prompt de programação"	0	0
Totais						850	128
Resultados (sem repetições)							72

Figura 1. Resultados das pesquisas com descritores em inglês e português na base Scopus.
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Como observado na Figura 1, o levantamento de publicações obteve grande número de falsos positivos, com somente 15,06% dos resultados obtidos (128) com aderência ao tema da pesquisa. Todos os resultados encontrados sinalizaram pesquisas com Inteligências Artificiais generativas, entretanto uma pequena minoria se correlacionou com as disciplinas de Arquitetura. Muitos dos falsos positivos foram selecionados por apresentarem o termo "arquitetura" em outro contexto, referindo-se à arquitetura de sistemas. Os resultados líquidos relevantes, sem sobreposição de publicações, estão detalhados na Figura 2.

Figura 2 possui informações dos autores das pesquisas, do título do trabalho em inglês e com tradução livre para o português, do tipo do documento da publicação, do(s) país(es) de afiliação e do ano de publicação. Os trabalhos foram organizados em ordem decrescente, do mais recente para o mais antigo. Os estudos também foram classificados por área do conhecimento da Arquitetura: interiores, paisagismo, materiais, patrimônio, instalações prediais, processo criativo,

estruturas, layout e projeto, urbanismo e representação gráfica. Com a finalidade de facilitar a visualização, as classificações foram marcadas por cores diferentes, que procederão para as outras análises.

	Autor(es)	Título do trabalho (em inglês)	Título do trabalho (com tradução livre para o português)	Tipo de documento	Disciplina da Arquitetura correlata ao tema	País(es)	Ano
01.	Fareed, M. W.; Bou Nassif, A.; Nofal, E.	Exploring the potentials of Artificial Intelligence image generators for educating the history of Architecture	Explorando o potencial dos geradores de imagens de Inteligência Artificial para educar a história da Arquitetura	Artigo	Representação gráfica	Emirados Árabes Unidos Egito	2024
02.	Dilaveroğlu, B.	The architecture of visual narrative: Can text-to-image algorithms enhance the power of stylistic narrative for Architecture	A arquitetura da narrativa visual: os algoritmos de texto para imagem podem aumentar o poder da narrativa estilística para a Arquitetura	Artigo	Representação gráfica	Turquia Reino Unido	2024
03.	Jang, S.-Y.; Kim, S.-A.	Automatic generation of virtual architecture using user activities in metaverse	Geração automática de arquitetura virtual usando atividades do usuário no metaverso	Artigo	Representação gráfica	Coreia do Sul	2024
04.	Lyu, Z.; Li, Z.; Wu, Z.	Research on image-to-image generation and optimization methods based on diffusion model compared with traditional methods: taking façade as the optimization object	Pesquisa sobre métodos de geração e otimização de imagem a imagem baseados no modelo de difusão em comparação com métodos tradicionais: tomando a fachada como objeto de otimização	Capítulo de livro	Processo criativo	China Canadá	2024
05.	Zhang, C.; Tao, M.-X.; Wang, C.; Fan, J.-S.	End-to-end generation of structural topology for complex architectural layouts with graph neural networks	Geração ponta a ponta de topologia estrutural para layouts arquitetônicos complexos com redes neurais gráficas	Artigo	Estruturas	China	2024
06.	Cudzik, J.; Nyka, L.; Szczyński, J.	Artificial intelligence in architectural education - green campus development research	Inteligência artificial na educação arquitetônica - pesquisa de desenvolvimento de campus verde	Artigo	Processo criativo	Polônia	2024
07.	González, A. F.; Garcia, M.	A posthuman architectural intelligence speculum? Text and images in future spaces	Um espelho de inteligência artificial arquitetônica pós-humana? Texto e imagens em espaços futuros	Artigo	Processo criativo	Reino Unido	2024
08.	Phillips, C.; Jiao, J.; Clubb, E.	Testing the capability of AI art tools for urban design	Testando a capacidade das ferramentas de arte de IA para projeto urbano	Artigo	Urbanismo	Estados Unidos	2024
09.	Zhang, Z.; Fort, J. M.; Giménez Mateu, L.	Decoding emotional responses to AI-generated architectural imagery	Decodificando respostas emocionais a imagens arquitetônicas geradas por IA	Artigo	Processo criativo	Espanha	2024
10.	Medel-Vera, C.; Vidal-Estévez, P.; Mädlér, T.	A convolutional neural network approach to classifying urban spaces using generative tools for data augmentation	Uma abordagem de rede neural convolucional para classificar espaços urbanos usando ferramentas generativas para aumento de dados	Artigo	Processo criativo	Reino Unido Chile	2024
11.	Weng, S. C.-C.; Chiou, Y.-M.; Do, E. Y.-L.	Dream mesh: A speech-to-3d model generative pipeline in mixed reality	Dream Mesh: um pipeline gerador de modelo de fala para 3D em realidade mista	Artigo em evento	Representação gráfica	Estados Unidos	2024
12.	Shin, D.-Y.	The role and utilization of AI: an integrated approach with chatgpt and DALL.E in architectural design	O papel e a utilização da IA: uma abordagem integrada com ChatGPT e DALL.E no projeto arquitetônico	Artigo	Processo criativo	Coreia do Sul	2024
13.	Turchi, T.; Carta, S.; Ambrosini, L.; Malizia, A.	Human-ai co-creation: evaluating the impact of large-scale text-to-image generative models on the creative process	Cocriação humano-ia: avaliando o impacto de modelos geradores de texto para imagem em grande escala no processo criativo	Artigo em evento	Processo criativo	Itália Reino Unido Noruega	2023

Gabriel Barcelos e Silva, Sergio Rafael Cortes de Oliveira, Tássia Ressiguer Ribeiro e Mariana da Costa Gaiato
Utilização de Inteligência Artificial generativa de imagens em Arquitetura e Urbanismo: Pesquisa bibliométrica na base Scopus de 1960 a 2024

14.	Çelik, T.	<i>Generative design experiments with artificial intelligence: reinterpretation of shape grammar</i>	Experimentos de projeto generativo com inteligência artificial: reinterpretação da gramática das formas	Artigo	Layout e projeto	Turquia	2023
15.	Kim, D.	<i>Latent morphologies: Encoding architectural features and decoding their structure through Artificial Intelligence</i>	Morfologias latentes: codificando características arquitetônicas e decodificando sua estrutura por meio de Inteligência Artificial	Artigo	Layout e projeto	Estados Unidos	2023
16.	Hedges, K. E.	<i>Artificial Intelligence (AI) art generators in the architectural design curricula</i>	Geradores de arte de Inteligência Artificial (IA) nos currículos de projeto arquitetônico	Artigo em evento	Processo criativo	Estados Unidos	2023
17.	Mancini, M. F.; Menconero, S.	<i>AI-aided design? Text-to-image processes for architectural design; [AI-aided design? Processi text-to-image per il disegno di architettura]</i>	Projeto auxiliado por IA? Processos de conversão de texto em imagem para projetos arquitetônicos; [Projeto auxiliado por IA? Processo de conversão de texto em imagem para o projeto de arquitetura]	Artigo	Processo criativo	Itália	2023
18.	Hanafy, N.O.	<i>Artificial Intelligence's effects on design process creativity: "A study on used A.I. Text-to-Image in architecture"</i>	Os efeitos da Inteligência Artificial na criatividade do processo de projeto: "Um estudo sobre IA usada. Texto para imagem em arquitetura"	Artigo	Processo criativo	Egito	2023
19.	Paananen, V.; Oppenlaender, J.; Visuri, A.	<i>Using text-to-image generation for architectural design ideation</i>	Usando geração de texto para imagem para idealização de projetos arquitetônicos	Artigo	Processo criativo	Finlândia	2023
20.	Li, M.; Amoroso, N.	<i>An early look at applications for Artificial Intelligence visualization software in landscape architecture</i>	Uma análise antecipada de aplicações para software de visualização de Inteligência Artificial em arquitetura paisagística	Artigo	Paisagismo	Canadá	2023
21.	Ploennigs, J.; Berger, M.	<i>Analysing the usage of AI art tools for Architecture</i>	Análise do uso de ferramentas de AI para Arquitetura	Artigo em evento	Processo criativo	Alemanha	2023
22.	Dortheimer, J.; Schubert, G.; Dalach, A.; Brenner, L.; Martelaro, N.	<i>Think AI-side the box!: Exploring the usability of text-to-image generators for Architecture students</i>	Pense no lado da IA!: Explorando a usabilidade de geradores de texto para imagem para estudantes de Arquitetura	Artigo em evento	Layout e projeto	Israel Alemanha Estados Unidos	2023
23.	Stigsen, M. B.; Moisi, A.; Rasoulzadeh, S.; Schinegger, K.; Rutzinger, S.	<i>AI diffusion as design vocabulary: investigating the use of AI image generation in early architectural design and Education</i>	Difusão de IA como vocabulário de projeto: investigando o uso da geração de imagens de IA nos primeiros projetos arquitetônicos e na Educação	Artigo em evento	Processo criativo	Áustria	2023
24.	Blaas, Q.; Pelosi, A.; Brown, A.	<i>Reconsidering Artificial Intelligence as co-designer: using machine learning in architecture from a designer's perspective</i>	Reconsiderando a Inteligência Artificial como co-designer: usando o aprendizado de máquina na Arquitetura a partir da perspectiva de um designer	Artigo em evento	Processo criativo	Nova Zelândia	2023
25.	Abdallah, Y. K.; Estévez, A. T.	<i>Biomaterials research-driven design visualized by AI text-prompt-generated images</i>	Projeto orientado para pesquisa de biomateriais visualizado por imagens geradas por prompt de texto de IA	Artigo	Materiais	Espanha Egito	2023
26.	Werker, I.; Beneich, K.	<i>Open AI in the design process: to what extent can text-to-image software support future architects in the early design process?</i>	IA aberta no processo de projeto: até que ponto o software de texto para imagem pode apoiar futuros arquitetos no processo inicial de projeto?	Artigo em evento	Processo criativo	Alemanha	2023
27.	Kim, F. C.; Johanes, M.; Huang, J.	<i>Text2Form diffusion: framework for learning curated architectural vocabulary</i>	Text2Form Diffusion: Estrutura para aprender vocabulário arquitetônico selecionado	Artigo em evento	Processo criativo	Suíça	2023

28.	Jiun Gan, A. W.; Dang, Q.; Western, B.; López, J. L. G. C.	<i>AI-mediated group ideation: framework for collaboration in design</i>	Ideação de grupo mediada por IA: estrutura para colaboração em projeto	Artigo em evento	Processo criativo	Estados Unidos	2023
29.	Andreou, A.; Kontovourkis, O.; Solomou, S.; Savvides, A.	<i>Rethinking architectural design process using integrated parametric design and machine learning principles</i>	Repensando o processo de projeto arquitetônico usando princípios integrados de projeto paramétrico e aprendizado de máquina	Artigo em evento	Processo criativo	Chipre Reino Unido	2023
30.	Zhang, C.; Wang, W.; Pangaro, P.; Martelaro, N.; Byrne, D.	<i>Generative image AI using design sketches as input: opportunities and challenges</i>	IA de imagem generativa usando esboços de projeto como entrada: oportunidades e desafios	Artigo em evento	Representação gráfica	Estados Unidos	2023
31.	Wang, S.; Yan, Y.; Yang, X.; Huang, K.	<i>CRA: text to image retrieval for architecture images by chinese CLIP</i>	CRA: Recuperação de texto em imagem para imagens de arquitetura por CLIP chinês	Artigo em evento	Representação gráfica	China	2023
32.	Jiang, F.; Ma, J.; Webster, C. J.; Li, X.; Gan, V. J. L.	<i>Building layout generation using site-embedded GAN model</i>	Geração de layout de construção usando modelo GAN incorporado ao site	Artigo	Layout e projeto	Hong Kong	2023
33.	Kikuchi, T.; Fukuda, T.; Yabuki, N.	<i>Development of a synthetic dataset generation method for deep learning of real urban landscapes using a 3D model of a non-existing realistic city</i>	Desenvolvimento de um método de geração de conjunto de dados sintéticos para aprendizagem profunda de paisagens urbanas reais usando um modelo 3D de uma cidade realista inexistente	Artigo	Urbanismo	Japão	2023
34.	Tanasra, H.; Rott Shaham, T.; Michaeli, T.; Austern, G.; Barath, S.	<i>Automation in interior space planning: utilizing conditional generative adversarial network models to create furniture layouts</i>	Automação no planejamento de espaços interiores: utilizando modelos de rede adversarial generativa condicional para criar layouts de móveis	Artigo	Interiores	Israel	2023
35.	Çiçek, S.; Turhan, G. D.; Taşer, A.	<i>Deterioration of pre-war and rehabilitation of post-war urban landscapes using generative adversarial networks</i>	Deterioração do pré-guerra e reabilitação de paisagens urbanas do pós-guerra usando redes adversárias generativas	Artigo	Urbanismo	Turquia	2023
36.	Varghese, S.; Hoskere, V.	<i>Unpaired image-to-image translation of structural damage</i>	Tradução não pareada de imagem para imagem de danos estruturais	Artigo	Estruturas	Estados Unidos	2023
37.	Rajabi, M. M.; Komeilian, P.; Wan, X.; Farmani, R.	<i>Leak detection and localization in water distribution networks using conditional deep convolutional generative adversarial networks</i>	Deteção e localização de vazamentos em redes de distribuição de água usando redes adversárias generativas convolucionais profundas condicionais	Artigo	Instalações prediais	Irã Reino Unido	2023
38.	Li, Y.; Xu, W.; Liu, X.	<i>Research on architectural generation design of specific architect's sketch based on image-to-image translation</i>	Pesquisa sobre projeto de geração arquitetônica de esboço específico de arquiteto com base na tradução imagem para imagem	Capítulo de livro	Representação gráfica	China	2023
39.	Zhu, X.; Liu, Y.; Liang, L.; Wang, T.; Li, Z.; Deng, Q.; Liu, Y.	<i>Multiple layout design generation via a GAN-based method with conditional convolution and attention</i>	Geração de projeto de layout múltiplo por meio de um método baseado em GAN com convolução condicional e atenção	Artigo	Layout e projeto	China Japão	2023
40.	Nourkojouri, H.; Nikkha, Dehnavi, A.; Bahadori, S.; Tahsildost, M.	<i>Early design stage evaluation of architectural factors in fire emergency evacuation of the buildings using pix2pix and explainable XGBoost model</i>	Avaliação inicial do estágio de projeto de fatores arquitetônicos na evacuação de emergência de incêndio dos edifícios usando Pix2Pix e modelo explicável XGBoost	Artigo	Layout e projeto	Irã	2023

Gabriel Barcelos e Silva, Sergio Rafael Cortes de Oliveira, Tássia Ressiguer Ribeiro e Mariana da Costa Gaiato
Utilização de Inteligência Artificial generativa de imagens em Arquitetura e Urbanismo: Pesquisa bibliométrica na base Scopus de 1960 a 2024

41.	Zhang, Z.; Fort, J. M.; Mateu, L. G.	Exploring the potential of Artificial Intelligence as a tool for architectural design: A perception study using gaudi's works	Explorando o potencial da Inteligência Artificial como ferramenta para projeto arquitetônico: um estudo de percepção a partir das obras de Gaudi	Artigo	Layout e projeto	Espanha	2023
42.	Tong, H.; Türel, A.; Şenkal, H.; Ergun, S. F. Y.; Güzelci, O. Z.; Alaçam, S.	Can AI function as a new mode of sketching: A teaching experiment with freshman	A IA pode funcionar como um novo modo de esboço: uma experiência de ensino com calouros	Artigo	Processo criativo	Turquia	2023
43.	Belitskaja, S.	All at once – from zoom fatigue to immersive digital experiences: why architecture must adapt	Tudo de uma vez – da fadiga do zoom às experiências digitais imersivas: por que a arquitetura deve se adaptar	Artigo	Layout e projeto	Áustria	2023
44.	Fernberg, P.; George, B. H.; Chamberlain, B.	Producing 2D asset libraries with AI-powered image generators	Produzindo bibliotecas de ativos 2D com geradores de imagens alimentados por IA	Artigo	Paisagismo	Estados Unidos	2023
45.	Cao, Y.; Aziz, A. A.; Arshad, W. N. R. M.	University students' perspectives on Artificial Intelligence: A survey of attitudes and awareness among interior architecture students; [perspectivas de estudantes universitários sobre la Inteligencia Artificial: un estudio de actitudes y conciencia entre estudiantes de arquitectura de interiores]	Perspectivas de estudantes universitários sobre Inteligência Artificial: um levantamento de atitudes e consciência entre estudantes de arquitetura de interiores; [perspectivas de estudantes universitários sobre la Inteligencia Artificial: un estudio de actitudes y conciencia entre estudiantes de arquitectura de interiores]	Artigo	Interiores	Malásia	2023
46.	Karahan, H. G.; Aktaş, B.; Bingöl, C. K.	Use of language to generate architectural scenery with AI-powered tools	Uso de linguagem para gerar cenários arquitetônicos com ferramentas baseadas em IA	Artigo em evento	Representação gráfica	Turquia Países Baixos	2023
47.	Gómez, E. M.; Andrés, F. M.; Vasallo, P. R.	Unfinished architectures: a perspective from Artificial Intelligence; [arquitecturas inconclusas: una perspectiva desde la Inteligencia Artificial]	Arquiteturas inacabadas: uma perspectiva da Inteligência Artificial; [arquitecturas inconclusas: una perspectiva desde la Inteligencia Artificial]	Artigo	Patrimônio	Espanha	2023
48.	He, Z.; Li, X.; Fan, L.; Wang, H. J.	Revamping interior design workflow through generative Artificial Intelligence	Renovando o fluxo de trabalho de projeto de interiores por meio de Inteligência Artificial generativa	Artigo em evento	Interiores	China Estados Unidos	2023
49.	Koh, I.	Architectural and social 'word forms' slippage with deep learning	Deslizamento arquitetônico e social de 'formas de palavras' com aprendizado profundo	Artigo em evento	Processo criativo	Singapura	2023
50.	Molina-Siles, P.; Ribera, M. G.	Artificial Intelligence and creativity for generating architectural images from textual descriptions in midjourney. Emulating Louis I. Kahn; [Inteligencia Artificial y creatividad para la generación de imágenes arquitectónicas a partir de descripciones textuales en midjourney. Emulando a Louis I. Kahn]	Inteligência Artificial e criatividade para gerar imagens arquitetônicas a partir de descrições textuais no meio da viagem. Emulando Louis I. Kahn; [Inteligencia Artificial e criatividade para la generación de imágenes arquitectónicas a partir de descripciones textuales en midjourney. Emulando a Louis I. Kahn]	Artigo	Processo criativo	Espanha	2023
51.	Bertelsen, L.; Short, A.-R.	State of the art: a review of AI ART generation methods for rigorous design	Estado da arte: uma revisão dos métodos de geração de AI para projeto rigoroso	Artigo em evento	Representação gráfica	Estados Unidos	2023
52.	Seneviratne, S.; Senanayake, D.; Rasnayaka, S.; Vidanaarachchi, R.; Thompson, J.	Dalle-urban: capturing the urban design expertise of large text to image transformers	Dalle-urban: capturando a experiência em projeto urbano de grandes transformadores de texto em imagem	Artigo em evento	Representação gráfica	Austrália Singapura	2022

53.	Swahn, E.	Architectural machine translation	Tradução automática arquitetônica	Capítulo de livro	Representação gráfica	Suécia	2022
54.	Jiang, S.; Yan, Y.; Lin, Y.; Yang, X.; Huang, K.	Sketch to building: architecture image translation based on GAN	Sketch to building: tradução de imagens de arquitetura baseada em GAN	Artigo em evento	Representação gráfica	China	2022
55.	Liao, W.; Huang, Y.; Zheng, Z.; Lu, X.	Intelligent generative structural design method for shear wall building based on "fused-text-image-to-image" generative adversarial networks	Método de projeto estrutural generativo inteligente para construção de paredes de cisalhamento baseado em redes adversárias generativas de "texto fundido-imagem-a-imagem"	Artigo	Estruturas	China	2022
56.	Christoforetti E.; El Sayah R.	Collective design for collective living	Projeto coletivo para vida coletiva	Capítulo de livro	Processo criativo	Estados Unidos	2022
57.	Halici, S. M.; Gul, L. F.	Utilizing generative adversarial networks for augmenting architectural massing studies: AI-assisted mixed reality	Utilizando redes adversárias generativas para aumentar estudos de massa arquitetônica: realidade mista assistida por IA	Artigo em evento	Representação gráfica	Turquia	2022
58.	Chen, Y.; Vu, T.-A.; Shum, K.-C.; Yeung, S.-K.; Hua, B.-S.	Time-of-day neural style transfer for architectural photographs	Transferência de estilo neural da hora do dia para fotografias arquitetônicas	Artigo em evento	Representação gráfica	Hong Kong Vietnã	2022
59.	Xydas, C.; Kesidis, A. L.; Kalogeropoulos, K.; Tsatsaris, A.	Buildings extraction from historical topographic maps via a deep convolution neural network	Extração de edifícios de mapas topográficos históricos por meio de uma rede neural de convolução profunda	Artigo em evento	Urbanismo	Grécia	2022
60.	Divya, I. B.; Sooda, K.	Translation of architectural sketch images to building images using cycleGAN	Tradução de imagens de esboço arquitetônico para imagens de construção usando CycleGAN	Artigo em evento	Representação gráfica	Índia	2022
61.	Nogales, A.; Delgado-Martos, E.; Melchor, Á.; García-Tejedor, Á. J.	ARQGAN: An evaluation of generative adversarial network approaches for automatic virtual inpainting restoration of greek temples	ARQGAN: Uma avaliação de abordagens de rede adversária generativa para restauração automática de pintura virtual de templos gregos	Artigo	Patrimônio	Espanha	2021
62.	Zhao C.-W.; Yang J.; Li J.	Generation of hospital emergency department layouts based on generative adversarial networks	Geração de layouts de departamentos de emergência hospitalares baseados em redes adversárias generativas	Artigo	Layout e projeto	China	2021
63.	Mura, C.; Pajarola, R.; Schindler, K.; Mitra, N.	Walk2map: extracting floor plans from indoor walk trajectories	Walk2Map: extrair plantas baixas de trajetórias de caminhada interna	Artigo	Urbanismo	Suíça Reino Unido	2021
64.	Hong, Y.; Park, S.; Kim, H.; Kim, H.	Synthetic data generation using building information models	Geração de dados sintéticos usando modelos de informações de construção	Artigo	Estruturas	Coreia do Sul	2021
65.	Zhao, C.; Yang, J.; Xiong, W.; Li, J.	Two generative design methods of hospital operating department layouts based on healthcare systematic layout planning and generative adversarial network	Dois métodos de projeto generativo de layouts de departamentos operacionais de hospitais com base no planejamento sistemático de layout de saúde e rede adversária generativa	Artigo	Layout e projeto	China	2021
66.	Doumptiot, C.; Huang, J.	Intensive differences in spatial design reversing form-finding	Diferenças Intensivas no projeto Espacial Invertendo a Localização de Formas	Artigo em evento	Processo criativo	Suíça	2021
67.	Varghese, S.; Wang, R.; Hoskere, V.	Image to image translation of structural damage using generative adversarial networks	Tradução imagem para imagem de danos estruturais usando redes adversárias generativas	Artigo em evento	Estruturas	Estados Unidos	2021
68.	Zhang, H.	Text-to-form: 3D prediction by linguistic descriptions	Texto para formulário: previsão 3D por descrições linguísticas	Artigo em evento	Representação gráfica	Estados Unidos	2020

69.	Das, S. K.; Ps, P.; Pandey, A. C.; Bharath, H. A.	Urban surface simulation through image-to-image translation deep learning algorithm using optical aerial imagery	Simulação de superfície urbana por meio de algoritmo de aprendizagem profunda de tradução imagem para imagem usando imagens aéreas ópticas	Artigo em evento	Urbanismo	Índia	2020
70.	Angah, O.; Chen, A. Y.	Removal of occluding construction workers in job site image data using U-net based context encoders	Remoção de trabalhadores da construção civil oclusos nos dados da imagem do local de trabalho usando codificadores de contexto baseados em U-net	Artigo	Representação gráfica	Taiwan (República da China ou Formosa)	2020
71.	Aithal, B. H.; Das, S. K.; Subrahmanya, P. P.	Urban 3D structure reconstruction through a generative adversarial network model	Reconstrução de estruturas urbanas 3D por meio de um modelo de rede adversária generativa	Artigo	Urbanismo	Índia	2020
72.	Chan, Y. H. E.; Spaeth, A. B.	Architectural visualisation with conditional generative adversarial networks (cGAN). What machines read in architectural sketches.	Visualização arquitetônica com redes adversárias gerativas condicionais (cGAN). O que as máquinas lêem nos esboços arquitetônicos.	Artigo em evento	Representação gráfica	Reino Unido	2020

Figura 2. Resultados relevantes das publicações na base Scopus. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A Figura 3 apresenta a distribuição dos resultados da pesquisa bibliométrica entre as áreas pré-estabelecidas, em ordem crescente do quantitativo de resultados.

Recorrência das disciplinas de arquitetura correlatas	
Instalações prediais	1
Materiais	1
Paisagismo	2
Patrimônio	2
Interiores	3
Estruturas	5
Urbanismo	7
Layout e projeto	10
Representação gráfica	18
Processo criativo	23

Figura 3. Distribuição absoluta dos resultados relevantes da pesquisa bibliométrica na base Scopus. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Pela Figura 3, nota-se uma incidência maior de pesquisas voltadas para “Processo Criativo” e, sucessivamente, “Representação gráfica”. Esse resultado era esperado devido às possibilidades e facilidades que as Inteligências Artificiais generativas podem ocasionar nesses campos da atividade profissional. Posteriormente, as

áreas de “Layout e projeto” e “Urbanismo” aparecem com uma frequência interessante, mostrando, assim, que o uso de IAs generativas na atividade projetual é uma questão potencial e que desperta interesse.

Na Figura 4 tem-se a representação da distribuição percentual dos resultados da pesquisa bibliométrica no que diz respeito às áreas temáticas.

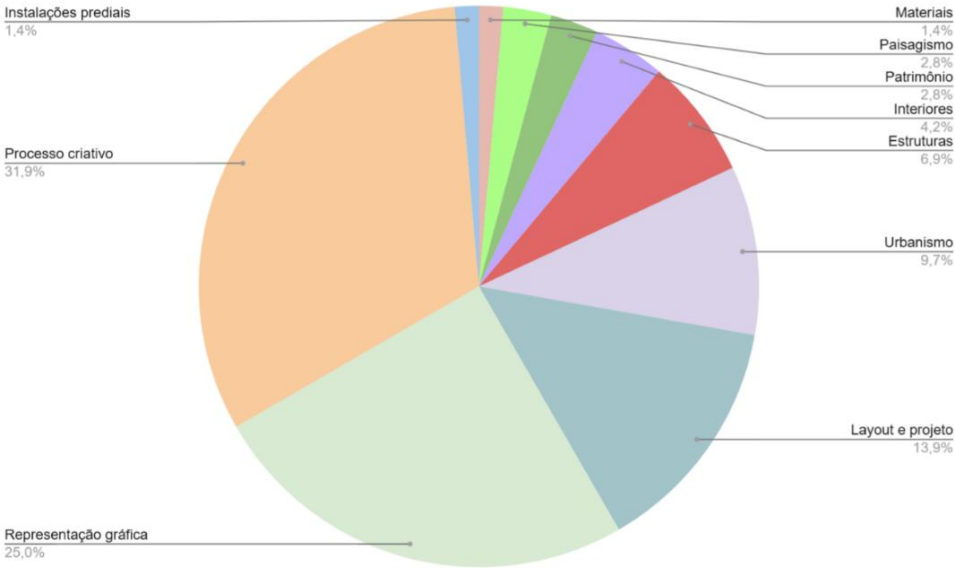


Figura 4. Distribuição percentual dos resultados relevantes da pesquisa bibliométrica na base Scopus. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A partir da Figura 4 percebe-se que as áreas de “Processo criativo” e de “Representação gráfica” correspondem a mais da metade (56,9%) das publicações encontradas. Apesar dessa tecnologia ser mais associada aos processos criativos e de representação de produtos, áreas voltadas para soluções técnicas como “Estruturas”, “Materiais” e “Instalações Prediais” também obtiveram resultados, totalizando 9,7% dos resultados relevantes.

A Figura 5 apresenta o quantitativo de trabalhos publicados por ano (linha azul) e as frequências acumuladas das publicações com o passar dos anos (linha vermelha), desde 2020 (ano das primeiras publicações encontradas) até o presente

momento. Os trechos finais das linhas estão tracejados uma vez que os resultados de 2024 ainda não são definitivos, por ser o ano corrente.

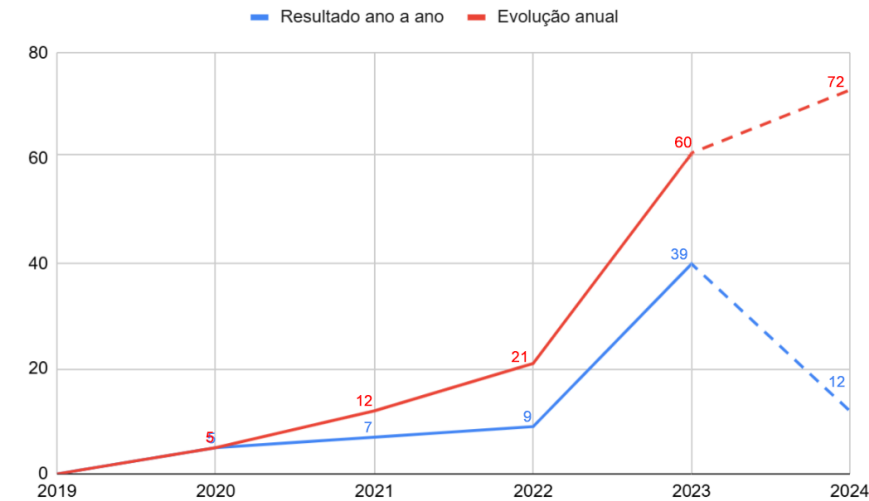


Figura 5. Distribuição temporal dos resultados relevantes em pesquisa bibliométrica na base Scopus. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Apesar de a temporalidade da base abarcar mais de seis décadas, apenas em 2020 foram identificados os primeiros registros relacionados ao tema. A distribuição temporal das publicações evidencia o quão atual é a discussão acerca das IAs generativas geradoras de imagem, partindo das temáticas correlatas com a Arquitetura, apresentando no início um desenvolvimento quase constante de publicações por ano, tendo um crescimento muito significativo em 2023, correspondendo a 54,2% dos resultados aderentes ao tema. É notória a iminência e a contemporaneidade do tema, que apesar de recente, já revela importante impacto na produção criativa.

Um indicador adicional relevante é a análise dos países de origem das instituições de ensino dos autores que realizam as pesquisas. A Figura 6 ilustra a distribuição geográfica de 89 resultados relacionados às afiliações dos autores. É importante notar que uma única publicação pode incluir mais de um autor, consequentemente, o número de afiliações pode superar o número de publicações, o que explica o número de resultados (89) ser superior aos 72 resultados relevantes líquidos da pesquisa.

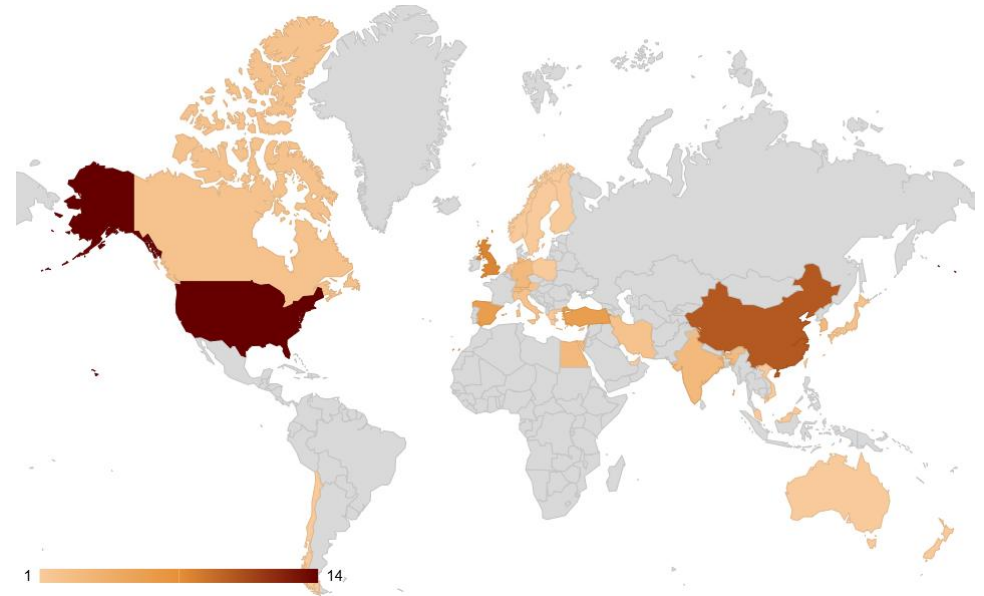


Figura 6. Distribuição geográfica dos resultados relevantes da pesquisa bibliométrica na base Scopus. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Ao todo 32 países foram identificados. Desses, nota-se que os Estados Unidos da América é o país com maior destaque no número de publicações, aparecendo com 15,7% das publicações, que correspondem a 14 resultados. Em seguida, aparece a China, com 11,2% das publicações (10 resultados), Reino Unido com 9,0% (8 resultados), Espanha (6 resultados), Turquia (6), Alemanha (3), Coreia do Sul (3), Egito (3), Suíça (3), Índia (3), Áustria (2), Canadá (2), Hong Kong (2), Irã (2), Israel (2), Itália (2), Japão (2), Singapura (2), Austrália (1), Chile (1), Chipre (1), Emirados Árabes Unidos (1), Finlândia (1), Grécia (1), Malásia (1), Noruega (1), Nova Zelândia (1), Países Baixos (1), Polônia (1), Suécia (1), Taiwan (1) e Vietnã (1). Com isso, não há publicações vinculadas ao Brasil.

Um indicador adicional relevante refere-se às classificações dos periódicos mais frequentes. A Figura 7 apresenta esses periódicos dentro da temática, listados em ordem decrescente do número de publicações. Além da quantidade de publicações, a Figura 7 exibe a porcentagem de publicações de cada periódico em relação aos 72 resultados relevantes líquidos da pesquisa. Também são fornecidas métricas da

base Scopus, incluindo o CiteScore 2023 (CS)¹, o SCImago Journal Rank 2023 (SJR)² e o Source-Normalized Impact per Paper 2023 (SNIP)³. Ademais, é apresentada a classificação Qualis, extraída da Plataforma Sucupira (CAPES), para a área de “Arquitetura, Urbanismo e Design” referente ao quadriênio 2017-2020.

Periódico	Quant.	%	CS	SJR	SNIP	Qualis
<i>Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe</i>	10	13,89%	0.8	0.213	0.403	-
<i>International Journal of Architectural Computing</i>	5	6,94%	3.2	0.470	0.842	A4
<i>Communications in Computer and Information Science</i>	3	4,17%	1.1	0.203	0.246	B2
<i>Automation in Construction</i>	3	4,17%	19.2	2.626	2.881	A1

Figura 7. Periódicos com maior número de publicações na área. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O periódico com maior número de publicações é “*Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*”, com 10 documentos, que possui o menor CiteScore e não possui classificação Qualis. Em sequência, em segunda colocação, o “*International Journal of Architectural Computing*”, que aparece com cinco documentos, com SNIP próximo de 1 (número de citações próximo ao esperado) e possui o segundo melhor Qualis dentre os listados na Figura 7 (Qualis A4). Empatados, aparecem os periódicos “*Communications in Computer and Information Science*” e “*Automation in Construction*”, com três publicações cada. Esse último periódico tem elevada visibilidade internacional e classificação (Qualis A1). Possui CS, SJR e SNIP bastante elevados em relação aos periódicos listados na Tabela 3 (19.2, 2.626, 2.881, respectivamente). O CS de 19.2 indica que suas citações correspondem a 19,2 vezes o número de publicações; já o SJR de 2.626 indica que o periódico é 2,6 vezes mais citado em comparação com outros na mesma área, enquanto o SNIP

de 2.881 indica que seus artigos recebem em média cerca de 2,9 vezes mais citações do que o esperado para trabalhos similares na mesma disciplina. Está em 3ª colocação no CiteScore rank 2023 nas categorias “*Civil and Structural Engineering*” e “*Building and Construction*” na base Scopus.

Outro indicador relevante é o número de citações das pesquisas. A Figura 8 apresenta as cinco publicações com maior número de citações segundo informações da base Scopus na data de execução da pesquisa (abril de 2024). O número de citações corresponde à quantidade de artigos que citam o artigo analisado e é um importante indicador da qualidade da pesquisa e de seu alcance no meio científico. As publicações estão organizadas em ordem decrescente do quantitativo de citações, com a identificação dos autores, o título, a disciplina relacionada ao tema, o(s) país(es), o periódico e o quantitativo de citações.

Autor(es)	Título do trabalho	Ano	Disciplina da Arquitetura correlata ao tema	País(es)	Periódico	Citações
Liao, W.; Huang, Y.; Zheng, Z.; Lu, X.	<i>Intelligent generative structural design method for shear wall building based on “fused-text-image-to-image” generative adversarial networks</i>	2022	Estruturas	China	<i>Expert Systems with Applications</i>	27
Hong, Y.; Park, S.; Kim, H.; Kim, H.	<i>Synthetic data generation using building information models</i>	2021	Estruturas	Coreia do Sul	<i>Automation in Construction</i>	24
Jiang, F.; Ma, J.; Webster, C. J.; Li, X.; Gan, V. J. L.	<i>Building layout generation using site-embedded GAN model</i>	2023	Layout e projeto	Hong Kong	<i>Automation in Construction</i>	15

¹CiteScore é a média de citações recebidas por (+) documento publicado pelo periódico em determinado período, neste caso 2020-2023. Exemplo, se houveram, 150 citações e o número de documentos publicados é de 300, o CS será de 0,5. Quanto maior o CS, mais citações o periódico teve em relação às suas publicações.

²SCImago Journal Rank (SJR) é uma métrica para periódicos, séries de livros e anais de conferência

que pondera o valor de uma citação com base no campo do assunto, na qualidade e na reputação da fonte citante.

³Source-Normalized Impact per Paper (SNIP): mede as citações reais recebidas em relação às citações esperadas para o campo de assunto (número de citações ÷ potencial de citação em sua área temática). Pode ser usado para comparar periódicos em diferentes campos.

Angah, O.; Chen, A. Y.	<i>Removal of occluding construction workers in job site image data using U-Net based context encoders</i>	2020	Representação gráfica	Taiwan (República da China ou Formosa)	<i>Automation in Construction</i>	11
Zhao, C.- W.; Yang, J.; Li, J.	<i>Generation of hospital emergency department layouts based on generative adversarial networks</i>	2021	Layout e projeto	China	<i>Journal of Building Engineering</i>	10

Figura 8. Publicações com maior número de citações. Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Percebe-se que todas as publicações mais citadas são do continente asiático. Observa-se, também, que a maioria dos cinco artigos mais citados foram publicados na revista “*Automation in Construction*” (3) e que cada um deles é relacionado a um campo da Arquitetura. Embora a disciplina de “Processo criativo” tenha sido a mais relacionada aos resultados encontrados na pesquisa bibliométrica (31,9%), ela não aparece entre os mais citados.

As primeiras publicações mais citadas são relacionadas à área de “Estruturas”, com respectivamente 27 e 24 citações. A primeira colocada é de autoria de Liao, Huang, Zheng e Lu; e a segunda é de Hong, Park, Kim e Kim. Posteriormente, a pesquisa de Jiang, Ma, Webster, Li e Gan relacionada à “Layout e projeto” aparece com 15 citações. Em quarta colocação das publicações mais citadas, uma pesquisa voltada para a área de “Representação gráfica” (11 citações); e em quinta, “Layout e projeto” (10 citações).

O estudo mais citado, “*Intelligent generative structural design method for shear wall building based on ‘fused-text-image-to-image’ generative adversarial networks*” (Liao; Huang; Zheng; Lu, 2022), propõe uma abordagem que integra texto e imagens para gerar projetos estruturais sem distorções, satisfazendo requisitos mecânicos após treinamento com dados limitados. Os autores utilizam um tipo de rede adversária generativa (GANs, do inglês *Generative Adversarial Networks*) chamada “*fused-text-image-to-image*”. Os resultados obtidos com essa metodologia demonstraram melhorias significativas de desempenho, de até 21%.

Já o segundo trabalho, “*Synthetic data generation using building information models*” (Hong; Park; Kim; Kim, 2021), aborda a geração de dados sintéticos para modelos de informações de construção (BIM, do inglês *Building Information Model*), a fim de reduzir a dependência de grandes volumes de dados de treinamento manualmente rotulados. É proposto um método que traduz imagens BIM em

imagens do mundo real, que automaticamente as rotula usando informações espaciais do BIM para criar conjuntos de dados sintéticos variados. Modelos treinados com esses dados sintéticos alcançaram precisões médias de 71,6% e 84,9% para dados de construção e pontes, respectivamente.

O trabalho de Jiang, Ma, Webster, Li e Gan (2023), intitulado “*Building layout generation using site-embedded GAN model*”, introduz um avanço na geração de projetos de edifícios através de GANs embutidas no site ESGAN. A abordagem dos autores utiliza métodos avançados de aprendizado profundo para assimilar propriedades morfológicas de estruturas urbanas e sintetizar disposições de edifícios que respondem ao contexto local de forma realista. Segundo os autores, os resultados qualitativos e quantitativos demonstram que o ESGAN é capaz de gerar layouts visualmente realistas e adequados, representando uma evolução significativa na capacidade de projetar automaticamente espaços arquitetônicos adaptados às condições específicas do ambiente urbano.

A publicação “*Removal of occluding construction workers in job site image data using U-Net based context encoders*”, de Angah e Chen (2020), é o quarto documento mais citado. A pesquisa consiste na aplicação de codificadores de contexto em U-Net (uma arquitetura de rede neural generativa de imagens) para remover objetos de imagens de canteiros de obras. Esta abordagem elimina objetos redundantes nas imagens e reconstrói o contexto do fundo, para monitoramento de progresso e controle de qualidade na construção civil.

O quinto trabalho mais citado, “*Generation of hospital emergency department layouts based on generative adversarial networks*” (Zhao; Yang; Li, 2021), utiliza GANs para gerar projetos para departamentos de emergência hospitalares. Os autores exploram três diferentes modelos de GANs para automatizar o processo de projeto arquitetônico. Segundo os autores, os resultados indicam que os modelos podem gerar projetos autônomos e adaptáveis às necessidades específicas de espaços hospitalares.

Considerações finais

Esta pesquisa identificou um total de 850 publicações ao buscar pelas 24 combinações palavras-chaves que abarcam as IAs generativas de imagens na base de dados Scopus. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 128 foram

selecionados para a análise bibliométrica. Dessas, ocorreu a sobreposição de algumas publicações que apareceram em mais de uma chave de pesquisa; reduzindo o quantitativo amostral para 72 publicações.

Em relação à distribuição das pesquisas em áreas temáticas, observa-se uma predominância significativa de pesquisas focadas no “Processo criativo” seguido pela “Representação gráfica”, correspondendo a mais da metade (56,9%) das publicações encontradas, se somadas. Essa tendência era esperada devido às oportunidades e facilidades proporcionadas pelas Inteligências Artificiais generativas nesses campos profissionais. As áreas de “Layout e projeto” (13,9%) e “Urbanismo” (9,7%) também mostraram uma frequência considerável.

Os resultados bibliométricos mostram que o tema analisado é recente e evidencia uma tendência no aumento de volume de trabalhos relacionados à temática. O primeiro documento identificado é de 2020, apesar de a temporalidade da base compreender desde 1960. O pico no número de publicações em 2023 e os resultados significativos já apresentados em 2024 demonstram um importante potencial de impacto na produção criativa. Os dados indicam um aumento contínuo na quantidade de pesquisas, refletindo a ampliação do reconhecimento das RNGs como ferramentas para arquitetos e outros profissionais da construção civil.

Os Estados Unidos são o país com a maior produção científica na área, posteriormente aparece a China. Países como Reino Unido, Espanha e Turquia também apresentam um significativo número de trabalhos publicados. O Brasil não figurou dentre os países com publicações na área estudada, o que sugere uma escassez de pesquisas nacionais a partir da abrangência da base utilizada.

O periódico mais proeminente foi o “*Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*”, seguido por “*International Journal of Architectural Computing*”, com dez e cinco publicações, respectivamente. “*Communications in Computer and Information Science*” e “*Automation in Construction*” tiveram três publicações cada. Dentre os periódicos mais recorrentes, o último possui a mais elevada visibilidade (Qualis A1), além dos mais altos índices CS, SJR e SNIP (19.2, 2.626, 2.881, respectivamente), indicando impacto significativo e citações acima da média na área.

Em relação às publicações mais citadas, observa-se que três dos cinco artigos mais citados foram publicados na revista “*Automation in Construction*”; cada um deles relacionado a uma área da Arquitetura. O estudo mais citado, de Liao, Huang, Zheng, Lu (2022), propõe uma abordagem com GANs que integra texto e imagens para gerar projetos estruturais sem distorções, satisfazendo requisitos mecânicos após treinamento com dados limitados.

Como os resultados apontaram, a associação dos avanços em Redes Neurais Generativas de imagens com a atividade arquitetônica ainda é recente e demonstra um avanço exponencial nas pesquisas. O presente estudo oferece um recorte inicial nesse campo em ascensão, refletindo uma aurora promissora nesta área emergente. Pesquisas futuras podem fortalecer as análises apresentadas, explorando as consistências e desvios de tendências, por meio da expansão do universo temporal de estudo.

Acompanhar e documentar o desenvolvimento contínuo das áreas relacionadas não apenas permite compreender melhor as tendências acadêmicas, mas também os enfoques específicos que moldam o uso das Redes Neurais Generativas na prática arquitetônica. Assim, compreende-se a importância do estudo atual de forma isolada e acompanhado de futuras investigações que ampliarão a compreensão do impacto e das aplicações, para arquitetos, de tecnologias em RNGI ao longo do tempo.

Referências

- ANGAH, O.; CHEN, A. Y. Removal of occluding construction workers in job site image data using U-Net based context encoders. **Automation in Construction**, Taiwan (República da China), v. 119, p. 103332, nov. 2020. ISSN 0926-5805. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103332.
- FERREIRA, N. S. de A. (2002). As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação e Sociedade**. Ano XXII, (79), 257-272. DOI: 10.1590/S0101-73302002000300013
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed., São Paulo: Atlas, 2019.

HONG, Y.; PARK, S.; KIM, H.; KIM, H. Synthetic data generation using building information models. **Automation in Construction**, Coreia do Sul, v. 130, p. 103871, outubro 2021. ISSN 0926-5805. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103871.

JIANG, F.; MA, J.; WEBSTER, C. J.; LI, X.; GAN, V. J. L. Building layout generation using site-embedded GAN model. **Automation in Construction**, Hong Kong, v. 151, p. 104888, julho 2023. ISSN 0926-5805. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.104888.

LIAO, W.; HUANG, Y.; ZHENG, Z.; LU, X. Intelligent generative structural design method for shear wall building based on “fused-text-image-to-image” generative adversarial networks. **Expert Systems with Applications**, China, v. 210, p. 105019, dez. 2022. ISSN 0957-4174. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.105019.

SCOPUS. Disponível em: <https://www-scopus.ez135.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 11 abr. 2024.

ZHAO, C.-W.; YANG, J.; LI, J. Generation of hospital emergency department layouts based on generative adversarial networks. **Journal of Building Engineering**, China, v. 43, p. 103539, nov. 2021. ISSN 2352-7102. DOI: 10.1016/j.jobbe.2021.102539.