

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE PROJETO NOS ESCRITÓRIOS INTERNACIONAIS DE ARQUITETURA

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DESIGN PROCESS IN GLOBAL ARCHITECTURE OFFICES



Daniella da Silva Pereira Rangel

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

danielladsp@gmail.com



Juan Carlos Guillen Salas

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

juanguillen@ufg.br



Luana Miranda Esper Kallas

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

luanakallas@ufg.br

Resumo

Resumo: Considerando que a arquitetura tem sido profundamente impactada pelos avanços tecnológicos e que a inteligência artificial (IA) surge como uma ferramenta disruptiva para o campo, objetiva-se compreender como a IA está sendo utilizada no processo de projeção arquitetônica por escritórios renomados, como Zaha Hadid Architects e Foster + Partners. Para tanto, procede-se à análise de entrevistas, estudos de caso e experimentos práticos com softwares de IA como *Midjourney*, *DALL-E 3* e *Stable Diffusion*, buscando explorar suas aplicações e impactos nos processos criativos. Desse modo, observa-se que a IA desempenha um papel significativo ao otimizar processos e expandir a criatividade arquitetônica, permitindo a geração de formas inovadoras. Ferramentas como *Midjourney* e *DALL-E 3* oferecem acessibilidade e rapidez, enquanto o *Stable Diffusion*, mais técnico, destaca-se pela personalização. Esses avanços permitem que arquitetos combinem tecnologia e criatividade, criando soluções mais eficientes e ousadas. O estudo conclui que, embora a IA amplie as possibilidades no design, seu uso efetivo depende do domínio técnico e de estratégias que equilibrem inovação e preservação da propriedade intelectual.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Zaha Hadid Architects, Foster + Partners, *MidJourney*, *Dalle-3*, *Stable Diffusion*.

Abstract

Considering that architecture has been profoundly impacted by technological advancements and that artificial intelligence (AI) emerges as a disruptive tool in the field, the objective is to understand how AI is being utilized in the architectural design process by renowned firms such as Zaha Hadid Architects and Foster + Partners. To this end, the study analyzes interviews, case studies, and practical experiments with AI software such as Midjourney, DALL-E 3, and Stable Diffusion, aiming to explore their applications and impacts on creative processes. In this context, it is observed that AI plays a significant role in optimizing processes and expanding architectural creativity, enabling the generation of innovative forms. Tools like Midjourney and DALL-E 3 offer accessibility and speed, while the more technical Stable Diffusion stands out for its customization capabilities. These advancements allow architects to combine technology and creativity, creating more efficient and bold solutions. The study concludes that, although AI expands possibilities in design, its effective use depends on technical expertise and strategies that balance innovation with the preservation of intellectual property.

Keywords: Artificial Intelligence, Zaha Hadid Architects, Foster + Partners, MidJourney, Dalle-3, Stable Diffusion.

Introdução

A arquitetura tem sido impactada por avanços tecnológicos, e a inteligência artificial (IA) surge como uma das mais disruptivas, influenciando setores como a medicina, transporte e arquitetura. Na arquitetura, a IA é usada para otimizar processos e explorar a criatividade, como no caso dos escritórios Zaha Hadid Architects e Foster + Partners aplicando-a para aumentar eficiência, precisão e criar formas complexas.

A IA é um instrumento teórico-metodológico importante para as ciências da atualidade e abrange diversas áreas. No contexto da arquitetura não é diferente e está demonstrando ser mais uma ferramenta de trabalho para os arquitetos. Portanto, conhecer sobre IA, seus conceitos, teorias e métodos podem corroborar na compreensão e aplicação na arquitetura.

Segundo Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2022), a partir da segunda metade do século XX, a Inteligência Artificial (IA) começou a se desenvolver em paralelo com os avanços da computação, permitindo a criação de sistemas capazes de reproduzir características do raciocínio humano. Esse progresso suscitou debates sobre a possibilidade de as máquinas adquirirem habilidades cognitivas comparáveis às das pessoas.

Durante os anos 1960 e 1970, pesquisas sobre redes neurais e modelos conexionistas foram deixadas de lado devido às restrições tecnológicas da época, mas voltaram a ganhar força na década de 1980 com o aprimoramento dos recursos computacionais. Ao longo de sua trajetória, a IA passou por mudanças significativas, com abordagens que surgem, são questionadas e, em certos casos, retomadas. Seu reconhecimento como um campo de estudo formal ocorreu em 1956 (Pozzebon; Frigo; Bittencourt, 2022).

Leach (2022) assinalou que os arquitetos contemporâneos, com motivações diferentes, estão explorando diferentes abordagens para o uso de AI em suas práticas de design. Enquanto o Wolf Prix, Diretor de *Design* e CEO da *Coop Himmelb(l)au*, o escritório de *design* arquitetônico progressista com sede em Viena, Áustria, está interessado em acelerar o processo de *design*, utilizando automatização das ferramentas. O vencedor do Prêmio *Pritzker* e diretor da *Morphosis*, Thom Mayne, está interessado no potencial de diferenciação e criação de ideias, ou seja,

no desenvolvimento da criatividade humana, e Patrik Schumacher, diretor da Zaha Hadid Architects (ZHA), está interessado em testar a relação entre organização espacial e comportamento humano social.

Ao ler sobre IA observa-se que no Brasil ainda há poucos trabalhos de pesquisa que tratam o tema, portanto, a proposta deste pode contribuir com a pesquisa na área de arquitetura. Com este artigo pretende-se criar um entendimento sobre a tecnologia de IA, em particular do *software* de *midjourney* e contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre o tema.

He(2020) defende que as máquinas, estas vão realizar mais trabalho e, numa relação inversamente proporcional, os humanos realizarão cada vez menos trabalho. Mas o que a arquiteta acrescenta é que os humanos encontrarão mais tarefas para fazer e assim trabalharão tanto quanto as máquinas, embora de uma maneira mais positiva por terem a oportunidade de se debruçar sobre algo que considerem importante para si mesmos.

4

Cientificamente, o uso da IA na arquitetura aprofunda o entendimento sobre a interação entre criatividade e tecnologia, auxiliando arquitetos a simular cenários, testar novas formas e explorar projetos ousados. Ao investigar seu uso em escritórios renomados como *Zaha Hadid Architects* e *Foster + Partners*, o estudo explora como a IA pode enriquecer o *design*, equilibrando tecnologia e criatividade.

Embora a IA ofereça um leque de possibilidades para melhorar o processo de projeção arquitetônica, sua integração enfrenta desafios, alguns desses desafios são o equilíbrio entre a automação e a preservação da criatividade humana, e o impacto de algoritmos que podem ditar as formas e materiais de maneira mais pragmática do que criativa. Nesse contexto: a questão central é: como a IA está sendo incorporada nos escritórios de arquitetura internacionais para auxiliar a criatividade do arquiteto?

Dessa maneira, a hipótese guia desta pesquisa foi que a integração da IA no processo de projeção arquitetônica, pode proporcionar soluções mais rápidas e eficientes, expandindo a capacidade criativa dos arquitetos, permitindo a exploração de formas, além de inovadoras.

Assim o objetivo principal é conhecer como a IA está sendo utilizada no processo de projeção de arquitetura internacional. E os objetivos específicos são:

- Determinar como a IA influencia e potencializa a criatividade no processo de projeto;
- Levantar os softwares de IA utilizados no processo de IA dos escritórios em estudo

Desse modo, a pesquisa foi organizada em três fases, referencial teórico, dos estudos de caso *Zaha Hadid Architects e Foster + Partners* e experimentos nos programas de IA: *Midjourney, DALL-E 3 e Stable Diffusion*.

REFERENCIAL TEÓRICO

O artigo examina como a IA contribui para o desenvolvimento de formas arquitetônicas mais complexas e sustentáveis, auxiliando os arquitetos ao otimizar processos e explorar alternativas de *design* por meio de simulações e análises de dados. Dessa forma, a IA é posicionada como uma “colaboradora criativa”. Dentro do campo de estudo da arquitetura, a IA se desenvolve em várias etapas de projeto, mas no estudo desse artigo aborda-se como uma ferramenta de suporte à criação, não para substituir a mente humana, e sim mostrar mais possibilidades para o design arquitetônico.

Burry(2011) argumenta que, a integração da IA no campo da arquitetura permite abordar desafios complexos que exigem análise de grandes volumes de dados e a exploração de formas geométricas e estruturais que seriam impraticáveis sem ferramentas computacionais avançadas.

Leach(2022) destaca que a IA pode gerar alternativas projetuais que não seriam intuitivas para os arquitetos, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina para propor soluções baseadas em padrões e interações emergentes.

Negahban e Smith(2019) destacam como a IA otimiza a análise de dados e prevê o desempenho de edifícios, atendendo à demanda por construções sustentáveis e em conjunto exploram a interseção entre IA e construção sustentável, com ênfase na capacidade da IA de processar grandes volumes de dados e prever o desempenho de edifícios.

Segundo Dezaine(2023), Patrik Schumacher argumenta que, assim como os processos naturais resultam em formas adaptativas e eficientes, a arquitetura pode

se beneficiar de modelos generativos que utilizam dados contextuais e princípios computacionais para criar formas fluidas e interconectadas.

Assim, sendo que Burk e Leach assinalaram que a IA é uma tecnologia colaboradora criativa, que Negahban e Smith assinalaram que a IA é uma tecnologia que permite a análise de dados e prevê o desempenho dos edifícios, que Schumacher assinalou que a IA conectada à forma paramétrica permite formas fluidas baseadas em formas naturais; neste artigo, a IA será considerada como uma tecnologia que amplia as possibilidades de design fundamentada em teorias que exploram a integração da tecnologia computacional com processos criativos, a IA contribui para a criação de formas mais complexas e sustentáveis, ao permitir análises avançadas, otimizar processos e prever impactos ambientais.

ESTUDOS DE CASO

Zaha Hadid Architects

Leach (2022) destaca que a IA possibilita a criação de formas que respondem de maneira única ao ambiente e às forças estruturais, abrindo novos caminhos para a criatividade arquitetônica". Nesse contexto, o escritório de *Zaha Hadid Architects* tem sido um dos pioneiros no uso de IA. A equipe explora algoritmos generativos que criam geometrias inovadoras e desafiadoras, que seriam difíceis de alcançar através de métodos tradicionais de *design*.

Um exemplo disso é o uso de redes neurais para simular a interação de materiais, formas e estruturas. A IA no *ZHA* explorar projetos que respondem ao ambiente local, às condições climáticas.

Segundo Burry (2011), a IA é particularmente eficaz na fase de execução, reduzindo retrabalhos e atrasos. Assim, além de seu impacto estético, a IA também é usada durante o desenvolvimento e construção dos edifícios. As ferramentas baseadas em aprendizado de máquina ajudam a prever problemas de fabricação e construção em modelos altamente complexos, permitindo que ajustes sejam feitos antes de iniciar a fase de construção. Isso melhora a precisão e reduz custos.

Segundo Zaha Hadid Architects (2022) *ZHA* integra a IA em seus projetos por meio de diversas ferramentas e colaborações. Embora detalhes específicos sobre os

programas de IA utilizados não sejam amplamente divulgados, algumas iniciativas destacam-se: Colaboração com *Refik Anadol Studio*: No projeto *Architecting the Metaverse*, ZHA colaborou utilizando algoritmos de aprendizado de máquina para analisar dados arquitetônicos e gerar visualizações imersivas. *ZH (Zaha Hadid) Analytics + Insights (ZHAI)*: Unidade interna dedicada à aplicação de IA para analisar dados e gerar pontos de vistas que informam decisões de *design* e planejamento.

Leach(2022), explora como a IA está transformando a arquitetura contemporânea. Ele dedica uma seção específica ao escritório *ZHA*, destacando sua integração de IA nos processos de *design*. Leach observa que a *ZHA* utiliza ferramentas de IA para gerar uma ampla gama de opções de *design* no início dos projetos, ampliando as possibilidades criativas e otimizando soluções arquitetônicas. Essa abordagem permite que a equipe explore formas e estruturas inovadoras.

Além de acordo com entrevista realizada por Overbeek(2023), Leach menciona que a *ZHA* emprega IA para gerar ideias no início dos projetos, gerando uma variedade maior de opções potenciais do que seria possível manualmente. Ele destaca que, embora atualmente a IA esteja gerando principalmente imagens 2D, novos *softwares* estão sendo desenvolvidos para transformar radicalmente todo o processo de *design*.

ZHA está utilizando ferramentas de IA como *DALL-E 2* e *Midjourney* para desenvolver conceitos inovadores de *design*, como exposto por Patrik Schumacher, diretor do estúdio, apresentando em uma mesa-redonda como essas tecnologias auxiliam na criação de imagens de edifícios imaginários que capturam o estilo fluido característico no escritório.

De acordo com Dezaine(2023), Patrik Schumacher incentiva o uso dessas ferramentas principalmente em fases iniciais de projetos e competições, comparando-as a sessões de gerar ideias tradicionais. Patrik Schumacher destaca que a IA pode expandir o repertório criativo de sua equipe de maneira eficiente.

Leach, na entrevista realizada por Overbeek(2023), menciona que escritórios como *ZHA* estão utilizando IA para gerar uma ampla gama de possibilidades de design durante as fases iniciais dos projetos e que a IA gera imagens em 2D, mas novos *softwares* de IA prometem revolucionar o processo de *design* ao operar em 3D

em uma plataforma unificada, integrando restrições como códigos de construção, custos e desempenho estrutural.

Leach aponta que esse avanço pode levar à automação do *design*, simplificando o processo e, potencialmente, permitindo que utilizando a IA sejam projetados edifícios de forma autônoma. No entanto, Leach alerta que isso pode tornar os arquitetos obsoletos, fazendo um paralelo com o advento dos carros autônomos, que reduzem a necessidade de motoristas (Overbeek, 2023).

Leach também aborda o conceito da IA como uma prótese que amplia as capacidades humanas, permitindo uma combinação entre o design criado por humanos e máquinas. Ele cita a analogia feita pelo artista alemão de IA Mario Klingemann, que compara a IA a um piano, no qual o computador serve como um instrumento tocado pelo artista. Leach argumenta que a IA não apenas imita, mas sintetiza imagens de maneiras novas e imprevisíveis, expandindo as possibilidades e servindo como uma prótese para a imaginação (Overbeek, 2023).

A integração da IA no escritório *Zaha Hadid Architects* (ZHA) reflete um marco significativo na aplicação de tecnologias digitais à arquitetura contemporânea. Leach (2022) destaca como a IA potencializa a criatividade arquitetônica, permitindo que o ZHA explore formas inovadoras que respondem às forças estruturais e ao ambiente local. Ferramentas como redes neurais e algoritmos generativos têm sido essenciais na criação de geometrias desafiadoras, além de facilitar a análise e execução dos projetos, reduzindo custos e retrabalhos, conforme apontado por Burry (2011).

Foster + Partners

O escritório *Foster + Partners* reconhecido por sua abordagem inovadora, utiliza IA para otimizar tanto a eficiência energética quanto a funcionalidade dos projetos. O escritório tem desenvolvido edifícios inteligentes que utilizam IA para monitorar e ajustar automaticamente suas operações, como ventilação, iluminação e temperatura, com base em dados em tempo real. Essa abordagem tem o potencial de transformar edifícios em organismos vivos que se adaptam continuamente às necessidades dos usuários e ao ambiente de acordo com Negahban e Smith, (2019).

Rosa e Esteves(2022) ressaltam que a IA tem sido crucial para aumentar a sustentabilidade dos projetos ao permitir o uso inteligente de materiais e recursos. *Foster + Partners* utiliza IA para simular o desempenho dos edifícios em diversas condições climáticas. Analisando o comportamento térmico e a circulação de ar para otimizar a forma e a fachada dos edifícios.

De acordo com *Foster + Partners*(2023a), a equipe Martha Tsigkari, Adam Davis, Khaled El-Ashry, Sherif Tarabishy e Anders Rod, membros do grupo *Applied R+D* (*Applied Research + Development*) da *Foster + Partners*, o escritório tem investido em robótica e otimização na construção. A IA ajuda a criar modelos preditivos que garantem precisão durante a construção e monitoram o progresso da obra em tempo real. Reduzindo a necessidade de retrabalho, acelerando o cronograma e garantindo que os edifícios sejam entregues dentro do prazo e do orçamento.

Ainda de acordo com os membros do grupo *Applied R+D* do *Foster + Partners* integra a IA em seus projetos para aprimorar o processo criativo e a eficiência operacional. Destacam-se algumas iniciativas e ferramentas utilizadas pelo escritório: *Applied Research + Development* (*Applied R+D*); Equipe multidisciplinar que conduz pesquisas de ponta em áreas como geometria complexa e aprendizado de máquina, desenvolvendo ferramentas e sistemas para auxiliar no *design* colaborativo.

Além disso, *Foster + Partners* tem explorado o uso de IA para aprimorar seus processos de design e engenharia. A equipe de Pesquisa e Desenvolvimento Aplicado (ARD) do escritório está investigando como o aprendizado de máquina pode auxiliar na análise de projetos, não com o objetivo de substituir os *designers*, mas para ampliar o conhecimento, além de otimizar e expandir os limites dos *designs*.

Uma das aplicações estudadas é a modelagem substitutiva, que serve como alternativa para simulações analíticas de engenharia, como deformação estrutural, radiação solar e movimento de pedestres. Essas simulações tradicionais podem ser demoradas, consumindo horas ou até dias para serem concluídas. Ao utilizar modelos substitutivos, é possível fornecer resultados em tempo real, permitindo que os *designers* tomem decisões mais rápidas e informadas.

10

Os membros do grupo *Applied R+D* do *Foster + Partners* relatam também que o outra área de pesquisa é a “modelagem de assistência ao *design*”, onde sistemas de aprendizado de máquina colaboram com a intuição dos designers no processo criativo. Isso pode incluir a otimização da disposição espacial de móveis em um ambiente ou fornecer assistência em tempo real no controle de documentos durante o trabalho dos designers.

O renomado arquiteto Norman Foster está entre os investidores que apostaram no *Rayon*, uma ferramenta inovadora de projeto online voltada para a colaboração entre profissionais de arquitetura, engenharia e construção (Yakubu, 2023). Fundado em 2021 por Bastien Dolla e Stanislas Chaillou, o *software* visa otimizar o desenvolvimento de projetos cotidianos que compõem grande parte do tecido urbano.

O *Rayon* oferece uma interface simplificada que combina funcionalidades de *Computer Aided Design (CAD)* e *Building Information Modeling (BIM)*, facilitando o trabalho simultâneo entre usuários com diferentes níveis de experiência. A plataforma permite desenho intuitivo, edição em tempo real por múltiplos colaboradores e compatibilidade com diversos formatos de arquivo, como *Drawing (DWG)* e *Portable Document Format (PDF)*.

Além disso, o *software* integra recursos de IA que transformam esboços 2D em representações renderizadas, facilitando a visualização e a personalização de projetos. Essa funcionalidade contribui para práticas sustentáveis, permitindo a reutilização eficiente de móveis e materiais.

Norman Foster acredita que a IA não substitui elementos essenciais do *design*, como a criatividade e a consideração pela luz natural. Ele destacou que a iluminação solar é um fator fundamental em seus projetos: “Quando comecei profissionalmente como arquiteto, acreditava apaixonadamente que, se você tivesse um raio de sol, se tivesse uma vista, seria mais feliz. A diferença agora é que isso foi comprovado cientificamente” (Habitability, 2023).

Além disso, Foster enfatiza a complexa relação entre arquitetura e natureza, sugerindo que essa conexão torna difícil aplicar efetivamente a IA no setor. Enquanto alguns especialistas veem a IA como uma ferramenta para aumentar a

produtividade, ele sustenta que a criatividade e a sensibilidade ao contexto físico são insubstituíveis no processo arquitetônico (Habitability, 2023).

Conforme apresentado pela revista embora a tecnologia digital esteja avançando rapidamente, Norman Foster acredita que a IA ainda não possui a capacidade de substituir a intuição, a criatividade e a compreensão física do ambiente que são características fundamentais do trabalho arquitetônico.

Conforme Foster + Partners(2021), sob a liderança de Martha Tsigkari, sócia sênior e chefe do grupo *Applied Research + Development (ARD)* da *Foster + Partners*, e Adam Davis, sócio e vice-chefe do *ARD*, a equipe tem desenvolvido aplicações internas que utilizam modelos de linguagem de grande escala (LLMs) para facilitar o acesso ao vasto conjunto de guias de design acumulados ao longo de décadas. Uma dessas ferramentas, denominada *Ask F+P*, permite que os funcionários façam consultas em linguagem natural e obtenham respostas precisas, otimizando a disseminação de conhecimento dentro da organização.

Além disso, o *ARD* tem explorado o uso de IA generativa no processo de *design*. Por meio de uma versão local do *Stable Diffusion*, um *software* de IA que gera imagens com base em modelos de difusão, a equipe criou um *plug-in* integrado ao *software* de *design* utilizado pelos arquitetos. Essa ferramenta permite que os *designers* solicitem ao computador sugestões visuais que complementem os modelos em desenvolvimento, ampliando as possibilidades criativas e facilitando a visualização de diferentes opções de *design*.

A abordagem adotada pela *Foster + Partners*(2023a), destaca a importância de manter o controle sobre a propriedade intelectual e a confidencialidade dos dados. Ao desenvolver soluções internas, a empresa evita os riscos associados ao uso de aplicativos online, garantindo a proteção de suas informações e direitos autorais. Conforme observado por *Foster + Partners*(2023a), a ideação por meio de aplicativos disponíveis online pode resultar na perda de propriedade intelectual e não é a melhor opção para a segurança dos dados.

A *Foster + Partners*(2023a) demonstra um compromisso contínuo com a integração de tecnologias avançadas, como IA e gêmeos digitais, no campo da arquitetura. As iniciativas do grupo *ARD* exemplificam como a inovação pode ser incorporada de maneira estratégica para aprimorar o processo de design, promover a eficiência e

12

proteger a propriedade intelectual dentro de uma prática arquitetônica de renome internacional.

De acordo com Foster + Partners (2023a), Marta Tsigkari, sócia do Grupo de Pesquisa Aplicada da *Foster + Partners*, é reconhecida por integrar tecnologias emergentes, como a IA, nos processos de *design* arquitetônico. Sua atuação abrange design computacional, desempenho e otimização, utilizando algoritmos generativos e IA para aprimorar a eficiência e inovação nos projetos do escritório.

Em suas apresentações, Tsigkari discute como a IA pode transformar o *design* arquitetônico, permitindo a criação de formas mais complexas e eficientes. Ela enfatiza que a IA não substitui os designers, mas amplia suas capacidades criativas, oferecendo novas ferramentas para explorar soluções inovadoras.

Além disso, Foster + Partners (2023a), aborda o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para otimizar aspectos como eficiência energética e desempenho estrutural dos edifícios. Essas tecnologias possibilitam análises mais precisas e rápidas, informando decisões de *design* que equilibram estética, funcionalidade e sustentabilidade.

Foster + Partners (2023b), afirma que oferecer soluções personalizadas permite adaptar fluxos de trabalho às demandas futuras, além de possibilitar entregas eficientes e em tempo real. No contexto do aprendizado de máquina, ferramentas como o *MidJourney* exemplificam como a IA pode ser usada para criar imagens imaginativas a partir de descrições textuais, o que tem atraído muitos arquitetos para o uso desses aplicativos para ideação.

No entanto, enquanto a geração de ideias com IA oferece agilidade e inspiração, é importante reconhecer que a arquitetura vai além da simples produção de imagens. Além disso, o uso de aplicativos online pode gerar preocupações relacionadas à propriedade intelectual e segurança de dados. Por isso, há uma preferência crescente por desenvolver sistemas internos, hospedados localmente, para garantir maior controle e proteção no processo criativo.

Assim, o escritório utiliza uma cópia hospedada localmente do *Stable Diffusion*, um *software* de IA de geração de imagens baseado em modelos de difusão, para criar um *plug-in* para nosso *software* de *design*. Ele permite que os *designers* peçam ao computador para fazer sugestões sobre o modelo que eles criaram. Então,

não estamos pedindo à máquina para imaginar coisas para nós. Em vez disso, a máquina pode nos ajudar com a visualização das coisas que já projetamos, como adicionar efeitos de iluminação fotorrealistas ou textura de materiais.

Gallo, Tuzzolino e Wirz (2020) descreve que o escritório *Foster + Partners* é mencionado no contexto do uso de redes neurais e aprendizado de máquina para prever o comportamento de edifícios, especialmente em termos de interação com o vento. Irene Gallou, líder do grupo de modelagem especializada no escritório, relata que redes neurais foram treinadas com bilhões de simulações de dinâmica de fluidos computacionais, utilizando mais de dez anos de dados acumulados. Isso permite que o escritório produza rapidamente modelos preditivos do comportamento do vento ao redor de edifícios, otimizando as escolhas arquitetônicas com maior eficiência.

Softwares de Inteligência artificial utilizados

A aplicação de IA na arquitetura tem se mostrado cada vez mais presente nos principais escritórios internacionais, contribuindo para processos de *design* mais eficientes e inovadores. Escritórios de renome, como *Zaha Hadid Architects* e *Norman Foster + Partners*, estão incorporando diferentes ferramentas de IA em seus fluxos de trabalho para potencializar a criatividade e otimizar o desenvolvimento de projetos.

Zaha Hadid Architects utiliza os softwares de IA *MidJourney* e *DALL-E 2* para gerar imagens conceituais que exploram o estilo fluido e dinâmico característico de seus projetos. Essas ferramentas permitem a criação rápida de representações visuais durante as fases iniciais do *design*, oferecendo uma ampla gama de possibilidades estéticas e formais.

Já o escritório *Norman Foster + Partners* aposta em soluções internas e controladas para proteger sua propriedade intelectual e dados. Utilizam uma cópia hospedada do *Stable Diffusion* para gerar imagens e conceitos visuais de maneira segura, evitando os riscos associados às plataformas públicas. Além disso, integram o software *Rayon*, voltado para o desenvolvimento de projetos colaborativos, simplificando e agilizando o processo de *design* entre equipes multidisciplinares.

Quadro 1 – Escritórios e Softwares de IA utilizados

| Arquiteto | Softwares de IA |
|-------------------------|---|
| Zaha Hadid Architects | MidJourney e Dalle-2 |
| Norma Foster + Partners | Cópia hospedada de Stable Diffusion e Rayon |

Fonte: Os autores (2024).

Descrição de imagem: Quadro informativo.

Assim, de acordo com o Quadro 1, enquanto o Zaha Hadid Architects utiliza ferramentas como MidJourney e DALL-E 2 para expandir a criatividade e explorar possibilidades estéticas durante as fases iniciais do design, o Norman Foster + Partners adota uma abordagem mais controlada, priorizando a segurança de dados e a proteção da propriedade intelectual com soluções internas como o Stable Diffusion hospedado e o software colaborativo Rayon. Essas estratégias distintas demonstram como a IA pode ser adaptada para atender às necessidades específicas de cada prática, mas também evidenciam a necessidade de equilíbrio entre inovação e controle no uso dessas tecnologias. O avanço da IA na arquitetura apresenta oportunidades para revolucionar o design, ao mesmo tempo em que exige reflexão crítica sobre ética, privacidade e impactos no papel do arquiteto.

Aplicações das IA: Midjourney, DALLE-E 2 e Stable Diffusion

Neste tópico serão realizados experimentos nos softwares midjourney, DALLE-2 e Stable Diffusion, nesse contexto o tema de experimento será no contexto urbano uma praça pública contemporânea com iluminação inteligente e fontes de água interativas.

A escolha desse tema como cenário de experimentação permite explorar de forma abrangente o potencial dos softwares de IA. Esse teste desafia a criatividade e a capacidade técnica das ferramentas, e também revela como elas podem contribuir para soluções urbanísticas práticas, inovadoras e humanizadas. Essa abordagem é particularmente importante para entender como as IAs podem ser aplicadas em um dos aspectos mais críticos do design arquitetônico: o planejamento urbano.

Testar softwares de IA na criação de uma praça pública contemporânea com iluminação inteligente e fontes interativas é relevante devido à complexidade inerente ao planejamento urbano. Espaços como praças envolvem a integração

de múltiplos elementos, como paisagismo, infraestrutura e tecnologia, enquanto atendem às necessidades de funcionalidade, estética e interação social. Essa escala permite avaliar a capacidade dos softwares de lidar com desafios urbanos, equilibrando criatividade, praticidade e inovação tecnológica em um cenário multifuncional.

Midjourney

A ferramenta *midjourney* foi fundado por David Holz, que em 2010 criou a *Leap Motion*, no entanto a plataforma de IA *Midjourney* foi compartilhada publicamente no modo beta público em 12 de julho de 2022 para qualquer usuário usar.

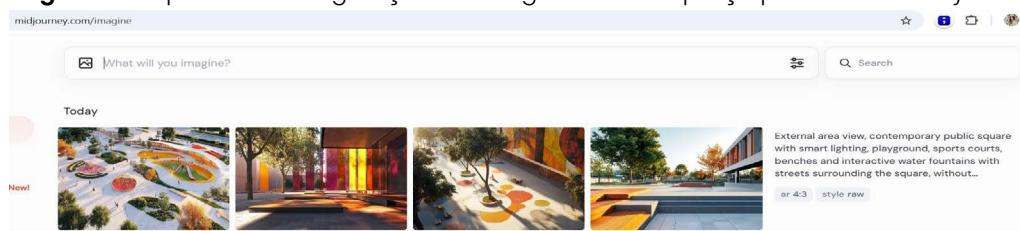
Para Chiu(2023) o *midjourney* é um aplicativo que pode gerar imagens de artistas para atender às solicitações dos usuários. Esse aplicativo gera resultados com base nas solicitações do usuário. Sendo assim, é importante o ser humano identificar claramente o que é necessário ser pesquisado.

Para desenvolver o texto do prompt foram utilizados em sequência: características de render, informações arquitetônicas, materiais e paletas e características fotográficas. Dessa forma o prompt utilizado será: Vista para área externa, praça pública contemporânea com iluminação inteligente, playground, quadras esportivas, bancos e fontes interativas com ruas circundando a praça, sem arquitetura envolvente. Pedra, madeira, concreto, pinturas coloridas. Renderização Mir, vista interior, luz do dia. Defina sua câmera profissional para o modo de prioridade de abertura, f/11, iso 300 e use lentes telefoto para enfatizar os detalhes intrincados, filtro quente e aparência quente.Porém será utilizado em inglês para que o alcance seja maior.

Ou seja, *External area view, contemporary public square with smart lighting, playground, sports courts, benches and interactive water fountains with streets surrounding the square, without surrounding architecture. Stone, wood, concrete, colorful paintings. Mir rendering, interior view, daylight. Set your professional camera to aperture priority mode, f/11, iso 300, and use telephoto lens to emphasize the intricate details, warm filter, warm look.* Assim foi obtido o resultado do experimento através do *prompt*, representado na Figura 1.

O *midjourney* através do *prompt* informado gera quatro imagens, sendo que no caso a que mais atendeu ao texto informado foi a primeira imagem, Figura 2.

Figura 1 – Experimento de geração de imagem de uma praça por meio do *midjourney*



Fonte: Autores (2024).

Descrição da imagem: experimento praça genérica no *midjourney*

Figura 2 – Experimento de geração de imagem de uma praça por meio do *midjourney*



Fonte: Autores (2024).

Descrição da imagem: experimento praça genérica no *midjourney*.

A análise do experimento com o *Midjourney* demonstra o potencial significativo dessa ferramenta em gerar imagens de alta qualidade e complexidade a partir de descrições textuais detalhadas. O uso do *prompt* estruturado em inglês, com especificações técnicas e estéticas minuciosas, evidencia a importância de uma formulação precisa para atingir os resultados desejados. A escolha por um *prompt* que integra elementos arquitetônicos, materiais e configurações fotográficas reflete a capacidade do *Midjourney* em interpretar e traduzir características textuais em representações visuais robustas e alinhadas à proposta inicial. Isso também ressalta a necessidade do usuário em dominar a linguagem do *software* para explorar seu potencial máximo, destacando a simbiose entre criatividade humana e tecnologia.

Por outro lado, o experimento também enfatiza os limites da ferramenta, como a necessidade de selecionar entre várias imagens geradas aquela que melhor se

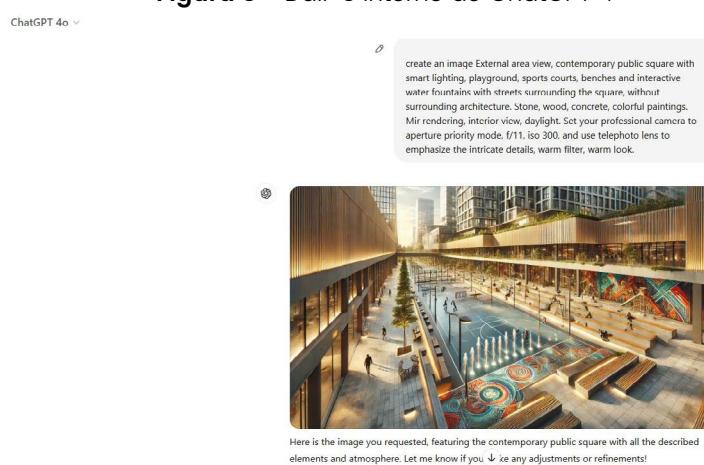
adequa às expectativas. Apesar de apresentar soluções visuais impressionantes, o *Midjourney* ainda exige a intervenção humana para garantir que o resultado atenda aos critérios específicos do projeto. Essa interação reafirma o papel indispensável do ser humano como curador e guia no processo criativo mediado pela IA, demonstrando que, embora essas tecnologias ampliem as possibilidades artísticas, sua eficiência e aplicabilidade dependem diretamente da clareza e precisão com que os comandos são formulados.

DALL-3

O *DALL-E 3* é a terceira versão do *DALL-E*. Importante destacar que no próprio site é avisado que as imagens geradas são de autoria que de quem as gerou e não precisa da permissão do *DALL-E* para imprimir, vender ou comercializá-las. O acesso a plataforma é pelo *open AI*.

Neste *software* foi utilizado o mesmo prompt porém como dentro do mesmo *software* tem a opção de criar textos, é necessário no inicio do *prompt* escrever crie a imagem, ou desenhe. Por isso, o prompt fica assim: *Create an image External area view, contemporary public square with smart lighting, playground, sports courts, benches and interactive water fountains with streets surrounding the square, without surrounding architecture. Stone, wood, concrete, colorful paintings. Mir rendering, interior view, daylight. Set your professional camera to aperture priority mode, f/11, iso 300, and use telephoto lens to emphasize the intricate details, warm filter, warm look*, gerando a Figura 3.

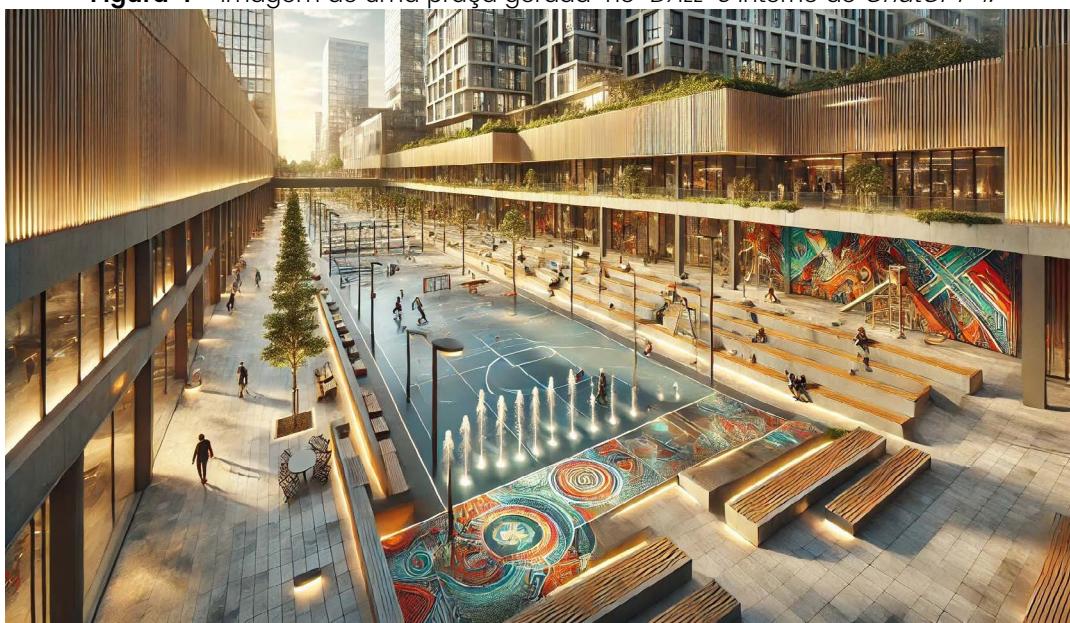
Figura 3 – Dall-3 interno ao ChatGPT 4



Fonte: Os autores (2024).

Descrição da Imagem: experimento praça genérica no *DALLE-3* com *prompt* utilizado.

Figura 4 – Imagem de uma praça gerada no *DALL-E 3* interno ao *ChatGPT 4*.



Fonte: Os autores (2024)

Descrição da Imagem: experimento praça genérica no *DALL-E 3*.

18

A análise do experimento realizado com o *DALL-E 3* demonstra a evolução significativa da tecnologia em relação à geração de imagens baseadas em prompts textuais. A funcionalidade de interpretar comandos com detalhes técnicos e estéticos avançados, como os especificados no *prompt* analisado, reforça a capacidade da ferramenta de traduzir descrições complexas em representações visuais de alta qualidade. O diferencial do *DALL-E 3* em relação às versões anteriores, especialmente em sua integração com o *ChatGPT*, permite maior precisão na geração de imagens, complementada pela opção de criar texto e integrar descrições diretamente no fluxo criativo.

Um aspecto relevante observado no experimento é a flexibilidade oferecida pelo *DALL-E 3*, permitindo que o usuário comercialize livremente as imagens geradas sem a necessidade de autorização específica da *OpenAI*. Isso incentiva usos mais amplos da ferramenta, tanto em projetos artísticos quanto comerciais, ampliando sua acessibilidade e potencial de aplicação. No entanto, a obrigatoriedade de iniciar o comando com verbos como “crie” ou “desenhe” aponta para uma curva de aprendizado, reforçando a necessidade de um domínio técnico por parte do usuário para maximizar os resultados gerados.

Por fim, o experimento evidencia que, embora o *DALL-E 3* seja altamente avançado, ainda depende da clareza e precisão das instruções textuais para produzir imagens

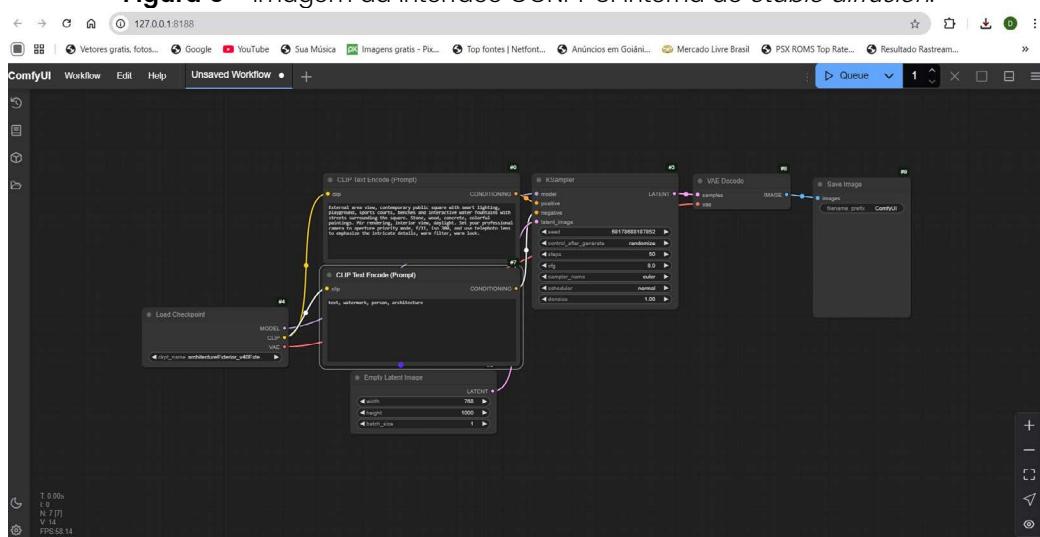
que correspondam exatamente às expectativas do usuário. A qualidade das imagens geradas reflete a combinação eficaz entre o avanço da IA e a criatividade humana na formulação do prompt. No entanto, como observado, a escolha e a curadoria das imagens geradas continuam sendo um papel indispensável do usuário, destacando a relação colaborativa entre tecnologia e criatividade no processo de geração visual.

Stable diffusion

O *Stable diffusion*, é uma IA projetado para gerar imagens a partir de descrições textuais. Existem diversas maneiras de utilizar, podendo ser baixando direto no computador ou na nuvem. No caso deste artigo, está sendo utilizado conforme a *Foster + Partners* utilizam. Ele é um programa gratuito que utiliza o processamento próprio da máquina, então precisa instalar o programa, baixar a biblioteca *python*, baixar modelos de IA e nesses modelos tem diversos.

Sendo que neste estudo será utilizado de arquitetura, para ambientes externos. Executando os prompts de comando, o programa é aberto na plataforma de internet mais usado no computador. Ele utiliza o próprio IP da máquina para funcionar. Assim com o uso da interface do CONFY UI dentro do *Stable diffusion* para gerar as imagens, e interno ao CONFY UI os modelos de representação da imagem foram baixados no *site civitai*.

Figura 5 – Imagem da interface CONFY UI interna ao *Stable diffusion*.



Fonte: Os autores (2024)

Descrição da imagem: Print da interface CONFY UI com *stable diffusion* utilizando o IP da máquina.

Para gerar a imagem genérica da praça foi utilizado o modelo *architectureexterior_v40exterior.safetensors*. Assim para criar as imagens de forma independente é necessário colocar os prompts positivos e negativos. Depois configura a imagens com alguns comandos dentro da interface e clica para gerar imagem. Assim, como nos programas anteriores foi utilizado o seguinte *prompt* positivo:

External area view, contemporary public square with smart lighting, playground, sports courts, benches and interactive water fountains with streets surrounding the square. Stone, wood, concrete, colorful paintings. Mir rendering, interior view, daylight. Set your professional camera to aperture priority mode, f/11, iso 300, and use telephoto lens to emphasize the intricate details, warm filter, warm look.

E como *prompt* negativo foi utilizado: *text, watermark, architecture*. Com isso, chegando ao resultado, representado na Figura 6.

Figura 6 – Imagem de uma praça gerada no *stable diffusion*.



Fonte: Os autores (2024)

Descrição da imagem: experimento praça genérica no *Stable diffusion* com interface CONFY UI.

O uso do *Stable Diffusion* neste estudo destaca sua flexibilidade e capacidade de personalização, permitindo a criação de imagens sofisticadas a partir de *prompts* textuais detalhados. A abordagem adotada, semelhante à utilizada pela *Foster + Partners*, reforça a eficiência do *software* em aplicações arquitetônicas, especialmente para representar ambientes externos. A instalação local do programa, incluindo o uso de bibliotecas *Python* e modelos específicos, como o *architectureexterior_v40exterior.safetensors*, mostra como o processamento independente da máquina oferece maior controle sobre o processo criativo, tornando-o acessível para usuários técnicos.

A integração da interface CONFY UI no fluxo de trabalho do *Stable Diffusion* evidencia a importância de ferramentas visuais para simplificar a geração de imagens. A distinção entre *prompts* positivos e negativos desempenha um papel crucial na obtenção de resultados precisos, eliminando elementos indesejados, como textos ou marcas d'água, e garantindo que a imagem final atenda às expectativas. O uso de *prompts* detalhados, incluindo configurações de câmera, materiais e características arquitetônicas, demonstra como a combinação de especificações técnicas e artísticas pode resultar em representações visuais que se aproximam do realismo e da estética desejada.

Por fim, o experimento com o *Stable Diffusion* ilustra a complexidade e as possibilidades criativas proporcionadas por esse tipo de tecnologia. Embora o *software* exija conhecimento técnico para instalação e operação, ele oferece vantagens consideráveis em termos de personalização e qualidade das imagens geradas. A capacidade de criar resultados visuais altamente específicos reafirma o papel da IA como uma aliada poderosa no campo da arquitetura e do *design*, ampliando as possibilidades de visualização e experimentação. Além disso, o uso independente e gratuito do *software* contribui para democratizar o acesso à tecnologia.

Conclusão

A hipótese de que a IA pode não apenas acelerar o processo de design, mas também expandir a criatividade e a inovação arquitetônica foi confirmada. A tecnologia mostrou-se capaz de atuar como uma ferramenta de suporte à criatividade, auxiliando e permitindo que os arquitetos enfoquem na criação de mais soluções.

Assim, a IA não substitui o papel criativo humano, mas amplia as possibilidades dentro da prática arquitetônica.

Foram identificadas entrevistas com os gestores dos departamentos tanto do escritório *ZHA* quanto do *Foster + Partners*. Este parece ser o caminho mais adequado, uma vez que essas entrevistas elucidam os *softwares* utilizados por ambas as empresas.

Segundo *Foster + Patners* (2021), Marta Tsigkari, sócia do *Foster + Partners*, mencionou que a empresa desenvolveu seus próprios servidores para utilização do *ChatGPT* e do *Stable Diffusion*. Segundo ela, o uso de aplicativos disponíveis online pode comprometer a propriedade intelectual e os direitos autorais, além de não oferecer a proteção ideal para os dados da empresa. Dessa forma, estão implementando sistemas internos de ideação hospedados em seus próprios servidores.

Por sua vez, o escritório *Zaha Hadid Architects*, conforme apresentado por Patrik Schumacher em uma mesa-redonda, utiliza tecnologias de geração de imagens por IA, como *DALL-E 2*, *Midjourney* e *Stable Diffusion*. Essas ferramentas são empregadas para gerar conceitos de design que capturam o estilo fluido e dinâmico característico do estúdio.

Com a investigação pretende-se contribuir para uma conscientização sobre esta tecnologia no âmbito da arquitetura. Visto que é um tema que começa a ter presença no contexto internacional e ainda se encontra por aprofundar no contexto acadêmico. Assim, a integração da IA na arquitetura, exemplificada pelos escritórios *Zaha Hadid Architects* e *Foster + Partners*, alcança os objetivos de inovação criativa e otimização dos processos dentro dos seus escritórios.

Sobre o estudo de caso das IAs: *Midjourney*, o *DALL-E 3* e o *Stable Diffusion*, a comparação entre eles revela diferenças significativas em termos de usabilidade, flexibilidade e aplicabilidade, apesar de todos serem ferramentas de IA destinadas à geração de imagens a partir de descrições textuais. O *Midjourney* destaca-se pela sua interface intuitiva e resultados altamente estilizados, dependendo de prompts precisos para maximizar a qualidade das imagens geradas. Por outro lado, o *DALL-E 3*, integrado à plataforma da *OpenAI*, oferece vantagens no acesso e na criação direta de imagens com uma abordagem simplificada, permitindo também a comercialização livre dos resultados. Já o *Stable Diffusion* apresenta

um modelo mais técnico e personalizável, exigindo maior conhecimento por parte do usuário, mas oferecendo controle absoluto sobre os detalhes da geração das imagens, especialmente por meio de interfaces como o CONFY UI.

Enquanto o *Midjourney* e o *DALL-E 3* priorizam acessibilidade e rapidez, o *Stable Diffusion* é ideal para usuários que buscam maior personalização e estão dispostos a lidar com uma curva de aprendizado mais acentuada. Em termos de resultados, as três ferramentas são altamente eficazes, mas variam na maneira como alcançam os objetivos. O *Midjourney* e o *DALL-E 3* são mais adequados para usuários que preferem praticidade e resultados rápidos, enquanto o *Stable Diffusion* é ideal para projetos técnicos e detalhados, como representações arquitetônicas. Dessa forma, a escolha entre os três programas depende das necessidades específicas do usuário, do nível de conhecimento técnico e do contexto de aplicação.

23

Referências

BURRY, M. **Scripting Cultures:** Architectural Design and Programming. Wiley, 2011.

CHIU, Thomas K.F. The Impact of Generative AI (GenAI) on Practices, Policies and Research Direction in Education: A Case of ChatGPT and Midjourney. **Interactive Learning Environments**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253861>. Acesso em: 1 ago. 2024.

DEZAIN. **A Inteligência Artificial pode derrubar as indústrias criativas?**, 2023. Disponível em: <https://www.dezaine.co.mz/inicio/a-inteligencia-artificial-pode-derrubar-as-industrias-criativas?>. Acesso em: 5 ago. 2024.

FOSTER + PARTNERS, . **Innovation through technology:** genetic algorithms, 2023b. Disponível em: <https://www.fosterandpartners.com/news/innovation-through-technology-genetic-algorithms>. Acesso em: 1 ago. 2024.

FOSTER + PARTNERS. **Applied R+D**, 2024. Disponível em: <https://www.fosterandpartners.com/people/teams/applied-rplusd>. Acesso em: 1 ago. 2024.

FOSTER + PARTNERS. Design, Technology, and the Team Between | **+Plus Journal**, 2023a. Disponível em: <https://www.fosterandpartners.com/insights/plus-journal/design-technology-and-the-team-between>. Acesso em: 1 ago. 2024.

FOSTER + PARTNERS. **Foster + Partners collaborates with NVIDIA Omniverse Enterprise for the AEC industry**, 2021. Disponível em: <https://www.fosterandpartners.com/news/foster-plus-partners-collaborates-with-nvidia-omniverse-enterprise-for-the-aec-industry>. Acesso em: 1 ago. 2024.

GALLO, Giuseppe; TUZZOLINO, Giovanni Francesco; WIRZ, Fulvio. The role of artificial intelligence in architectural design: conversation with designers and researchers. In: SÖLLNER, Matthias (Ed.). **Proceedings of S.Arch 2020, the 7th international conference on architecture and built environment**. Tokyo: S.Arch. p. 198–206, 2020.

HABITABILITY. **Arquitetura ainda não precisa da inteligência artificial, diz Norman Foster**, 2023. Disponível em: <https://habitability.com.br/arquitetura-ainda-nao-precisa-da-inteligencia-artificial-diz-norman-foster>. Acesso em: 5 ago. 2024.

HE, Wanyu. Architects Sketch. In: DIGITALFUTURES. Workshops 2020. [s.l.]: **DigitalFUTURES**, 2020. Disponível em: <<https://digitalfutures.international/workshops-2020/>>. Acesso em: 5 ago. 2024.

LEACH, Neil. **Architecture in the Age of Artificial Intelligence**: An Introduction to AI for Architects. London: Bloomsbury Visual Arts, 2022.

24

NEGAHAN, S., & SMITH, J. AI in Architecture: An Emerging Revolution. **Journal of Architectural Innovation**, 2019, 23(1), 15–22.

OVERBEEK, Ashley. **Screen Time**: A Conversation with Neil Leach, 2023. Disponível em: <https://gagosian.com/quarterly/2023/11/01/interview-screen-time-a-conversation-with-neil-leach/>. Acesso em: 5 ago. 2024.

POZZEBON, Eliane, FRIGO, Luciana, BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial Na Educação Universitária**: Quais As Contribuições?, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242091111_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_NA_EDUCACAO_UNIVERSITARIA_QUAIS_AS CONTRIBUICOES>. Acesso em: 5 ago. 2024.

ROSA, J., & ESTEVES, F. The Impact of AI in Modern Architectural Practices. **International Journal of Architectural Computation**, 15(3), 60–74, 2022.

SCHUMACHER, Patrik. Parametricism and the Possibilities of Computational Design. **Architectural Design**, v. 79, n. 4, 2009.

YAKUBU, Paul. **Rayon**: um software que revoluciona o desenvolvimento de projetos colaborativos. Tradução de Walter Gagliardi, 2023. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/1007673/rayon-um-software-que-revoluciona-o-desenvolvimento-de-projetos-colaborativos>. Acesso em: 5 ago. 2024.

ZAHA HADID ARCHITECTS. **Architecting the Metaverse**, 2022. Disponível em: <https://www.zaha-hadid.com/design/architecting-the-metaverse/>. Acesso em: 1 ago. 2024.

NOTA

Publisher

Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-graduação em Projeto e Cidade. Publicação no Portal de Periódicos UFG.

As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

RECEBIDO EM: 20/08/2024

25

APROVADO EM: 12/12/2024

PUBLICADO EM: 28/12/2024