

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: CONTEXTOS, EVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS E O POTENCIAL TRANSFORMADOR DA IA PARA ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN

Marcos Vinicius Vieira

Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: marcos_viniciusvieira@hotmail.com

Cynara Fiedler Bremer

Doutora em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: cyfiedler@gmail.com

Géferson Diogo de Oliveira

Doutor em Ciências da Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: dr.gefersondiogo@gmail.com

Patrícia Raquel Yegros da Silva

Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: patriciayegros@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta uma breve contextualização histórica e uma análise tripartite da evolução tecnológica, além de introduzir os conceitos e fundamentos da inteligência artificial (IA). O objetivo é desmistificar esse campo do conhecimento para estudantes de arquitetura, urbanismo e design. A IA, com suas diversas aplicações, tem o potencial de revolucionar esses campos, oferecendo novas ferramentas e métodos para a criação e análise de espaços urbanos e edificações. Foi realizada uma análise qualitativa de ilustrações de uma cidade do livro *Cidades Invisíveis*, de Italo Calvino, geradas por meio de ferramentas de IA. Essas ilustrações foram comparadas com as descrições literárias para avaliar a precisão e a criatividade das representações geradas. A análise revelou que a IA pode capturar a essência das descrições de Calvino, ao mesmo tempo em que introduz novas interpretações visuais que podem inspirar arquitetos e designers. Além disso, o artigo discute as implicações éticas e práticas do uso da IA na arquitetura e no urbanismo, destacando a importância de uma abordagem crítica e informada. Conclui-se que, embora a IA ofereça inúmeras possibilidades, é essencial que os profissionais dessas áreas compreendam suas limitações e potencialidades para utilizá-la de forma eficaz e responsável.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Democratização. Arquitetura. Design. Urbanismo.

1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é amplamente representada na indústria cinematográfica, quase sempre de forma negativa, o que alimenta um imaginário coletivo que associa a IA a perigos tecnológicos (Nguyen, 2023). Filmes como *2001: Uma Odisseia no Espaço* (1968), de Stanley Kubrick, com o temido HAL 9000;

O Exterminador do Futuro (1984), de James Cameron, com a ameaçadora Skynet; e Matrix (1999), de Lana e Lilly Wachowski, em que a humanidade é aprisionada em um mundo virtual, ilustram essa tendência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O fascínio humano por dispositivos e sistemas que possam agir por conta própria é antigo. Na Grécia antiga, por exemplo, Aristóteles apontou ideias e caminhos para automação e inteligência das máquinas. O filósofo apresenta a ideia de que, se os instrumentos pudessem trabalhar sozinhos, a necessidade de trabalho humano desapareceria ou seria reduzida. Afirma:

"Se cada instrumento pudesse desempenhar a sua função a nosso mando, ou como que antecipando-se ao que se vai pedir [...] e se, do mesmo modo os teares tecessem sozinhos, e se as palhetas tocassem sozinhas a cítara, então os mestres não teriam necessidade de ajudantes nem os senhores de escravos." (Política, Livro I, capítulo 4, página 59)

O pensamento indica uma visão prematura de automação, que dispensaria o trabalho humano, um raciocínio que, mais tarde, seria retomado em ideias sobre a automação e, por extensão, sobre a IA. Mesmo que Aristóteles não pudesse imaginar o que se conhece hoje como IA, ele conjecturou sobre a possibilidade de que os objetos pudessem realizar atividades que requerem habilidades humanas, uma ideia que antecipou o desejo de criar máquinas inteligentes. Embora a visão aristotélica sobre automação não se enquadra na IA como a entendemos, mas estabelece as bases para a ideia de que tarefas executadas automaticamente poderiam substituir o trabalho humano, o que está alinhado com os objetivos da inteligência artificial atual. Outra contribuição de Aristóteles, de acordo com os autores Stuart Russel e Petter Norving, é que ele formulou um conjunto preciso de leis que governam a parte racional da mente. Desenvolveu um sistema informal de silogismos para um raciocínio adequado, que em princípio permitia gerar conclusões mecanicamente, dadas as premissas iniciais. Durante o século XX, o trabalho de Alan Turing foi um marco na formalização da computação, trouxe à tona a ideia de que máquinas poderiam realizar operações lógicas complexas de maneira independente (Turing, 1950). Seu conceito de "Máquina Universal", um equipamento que seria capaz de realizar qualquer cálculo matemático baseado em um conjunto de regras lógicas. E o "Jogo da Imitação" mais tarde conhecido como Teste de Turing, experimento para avaliar a capacidade de uma máquina em apresentar comportamento inteligente, isto é, pensar. Tornaram-se pontos de referência na pesquisa sobre IA, bem como redefiniu os limites entre as capacidades humanas e mecânicas (Copeland, 2004). O termo "inteligência artificial" foi proposto por John McCarthy, em 1956, na primeira conferência de IA no Dartmouth College. Outra importante contribuição de McCarthy para o avanço das pesquisas em inteligência artificial, em 1958, ele definiu a linguagem Lisp, que se tornaria a linguagem de programação de IA dominante pelos próximos. (Russel; Norving, 2010).

3 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Para compreender por qual motivo a IA está em ascensão somente nos últimos anos, é importante analisar três pilares do desenvolvimento tecnológico: a capacidade de processamento, a capacidade de armazenamento e as linguagens de programação.

3.1 CAPACIDADE DE PROCESSAMENTO

Os avanços na microeletrônica, impulsionados pela Lei de Moore, dobraram a capacidade de processamento aproximadamente a cada dois anos. Com um dólar, em dois anos, seria possível comprar o dobro de capacidade de processamento. (Brynjolfsson; McAfee, 2014). Nota-se, portanto, que de acordo com os autores há uma redução nos custos de processamento de dados. Na tabela 1, é apresentado os custos e a capacidade de processamento. Em 1964 o custo original de 1 MegaFlop era de \$7 milhões de dólares. Na tabela 2 é feita uma comparação de custo-benefício.

Tabela 1 - Capacidade de processamento versus seu valor

Nível de Desempenho	Ano Alcançado	Custo Original Estimado / Ajustado pela Inflação	Custo Ajustado pela Inflação (2010)
Megaflop	1964 (CDC 6600)	\$7 milhões	\$49 milhões
Gigaflop	1985 (Cray-2)	\$16 milhões	\$32 milhões
Teraflop	1996 (ASCI Red)	\$55 milhões	\$76 milhões
Petaflop	2008 (Roadrunner)	\$100 milhões	\$101 milhões
10 Petaflops	2011 (K Computer)	\$1,25 bilhão (para projetar e construir)	(custa \$10 milhões anuais para operar também)

MegaFLOP/s (FLOP = Floating Point Operations Per Second) é uma unidade de medida de desempenho computacional. Fonte: Dan Olds (2012), adaptado pelos autores.

Tabela 2 - Comparação de custo-benefício

Sistema	MegaFLOP/s (Desempenho)	Custo Ajustado pela Inflação (2010)	Custo por MegaFLOP/s
CDC 6600	1 (Megaflop)	\$49 milhões	\$49 milhões
Cray-2	1.000 (1 Gigaflop)	\$32 milhões	\$32.000
iPad-2	1.650 (1,65 Gigaflops)	\$699 (64GB, sem plano 3G, sem capa)	\$0,42
Lenovo W510 (notebook)	24.239 (24,23 Gigaflops)	\$2.100 (i7 920, 2,0GHz quad-core, 16GB RAM)	\$0,086
Computador desktop genérico	39.675 (39,67 Gigaflops)	\$1.700 (i5, 2,66GHz quad-core, 8GB RAM)	\$0,0428
Hydra-1 (projeto pessoal)	122.680 (122,68 Gigaflops)	\$10.000 (2x Xeon 5690, 3,46 GHz, 6-core, 24GB RAM)	\$0,0815
ASCI Red	1.000.000 (1 TeraFLOP/s)	\$76 milhões	\$76
Roadrunner	1 bilhão (1 PetaFLOP/s)	\$101 milhões	\$0,10
K Computer	10 bilhões (10 PetaFLOPS/s)	\$1,25 bilhão (para projetar e construir)	\$0,13

MegaFLOP/s (FLOP = Floating Point Operations Per Second) é uma unidade de medida de desempenho computacional. Fonte: Dan Olds (2012), adaptado pelos autores.

3.2 CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

É essencial na arquitetura de sistemas de grande porte, principalmente em contextos de Big Data, onde o volume, a velocidade e a variedade de dados aumentam continuamente (Gray, 2000). Conforme o volume de dados disponíveis crescem, soluções robustas e escaláveis se tornaram necessárias para atender à demanda. A transformação dos meios de armazenamento ao longo das décadas ilustra essa evolução: anteriormente, disquetes, CDs e pen drives representavam as principais tecnologias de armazenamento físico, enquanto hoje serviços de armazenamento em nuvem, como os oferecidos pela Amazon Web Services (AWS) e Google Cloud, abrange boa parte do setor. Essas plataformas em nuvem possuem infraestruturas distribuídas globalmente, permitem o armazenamento e acesso rápido aos dados em qualquer lugar, um avanço significativo em relação aos métodos tradicionais (Dean; Ghemawat, 2004). Essa infraestrutura moderna de armazenamento facilita o desenvolvimento de soluções que dependem de vastas bibliotecas de informações, como algoritmos de aprendizado de máquina e sistemas de inteligência artificial. (Patterson; Hennessy, 2013).

3.3 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

A linguagem de programação Lisp, desenvolvida por John McCarthy em 1958, foi uma das pioneiras no campo da computação e tornou-se a principal linguagem de programação para aplicações de inteligência artificial (IA) durante décadas. Projetada com base em uma notação simbólica que facilitava a manipulação de dados e o processamento lógico, Lisp trouxe uma estrutura poderosa para a criação de algoritmos que lidavam com problemas complexos em IA (Russel; Norving, 2010). O Python, por outro lado, é uma linguagem de programação open source criada por Guido van Rossum em 1991, que rapidamente ganhou popularidade pela sua sintaxe acessível e pela ampla comunidade de usuários que colaboram para desenvolver bibliotecas e ferramentas. A partir dos anos 2000, o Python começou a se tornar a linguagem predominante no desenvolvimento de sistemas de IA, principalmente pelo suporte extensivo a bibliotecas como TensorFlow e PyTorch, que facilitam a implementação de algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural (Rossum; Drake, 2009). A R, também uma linguagem de código aberto, foi projetada para a análise estatística e visualização de dados.

Desde seu desenvolvimento inicial na década de 1990 por Ross Ihaka e Robert Gentleman, R tornou-se amplamente utilizada em análise de dados, sendo essencial para aplicações de IA focadas em estatísticas e manipulação de grandes conjuntos de dados (Ihaka; Gentleman, 1996). Essas linguagens exemplificam a evolução das ferramentas utilizadas em ciência da computação e IA, com Lisp pioneira em estruturas lógicas, Python ao promover o desenvolvimento de soluções de aprendizado de máquina, e R ao fornecer suporte para análise estatística e visualização.

Como apresentado, os avanços tecnológicos na capacidade de processamento, no armazenamento e nas linguagens de programação foram importantes para a recente ascensão da inteligência artificial nos últimos anos. Com o aumento significativo na potência computacional e nas soluções de armazenamento escaláveis, tornou-se viável processar e analisar grandes volumes de dados de forma eficiente. Além disso, linguagens de programação como, Lisp, Python e R facilitaram o desenvolvimento e a implementação de algoritmos complexos de aprendizado de máquina, impulsionaram o campo da IA. Dessa forma, esses três pilares, em conjunto, possibilitaram o surgimento de várias aplicações de IA em diversas áreas do conhecimento.

4 CONCEITOS E FUNDAMENTOS

A definição de inteligência artificial (IA) é tema de discussão entre pesquisadores ao longo da história, e essa diversidade de visões reflete abordagens distintas sobre o que constitui, de fato, "inteligência". Conforme explorado pelos autores Russel e Norving, uma linha de pensamento define a IA em termos de imitação da performance humana, ao buscar que sistemas artificiais reproduzam, com alta fidelidade, processos cognitivos e comportamentos humanos. Esta perspectiva humanocêntrica considera que a IA ideal deve refletir o raciocínio e a tomada de decisão humana, com base em estudos empíricos e hipóteses sobre o funcionamento da mente humana. Nesse sentido, a IA torna-se uma extensão da psicologia e da ciência cognitiva, interessando-se pelos processos internos e pela reprodução do comportamento observável nos humanos. Outra visão segundo os autores, no entanto, propõe uma definição mais abstrata e formal de IA, fundamentada no conceito de racionalidade. Esta abordagem, conhecida como racionalista, sugere que a inteligência não precisa ser uma imitação exata do comportamento humano, mas deve primar pela capacidade de “fazer a coisa certa”, ou seja, tomar decisões ideais com base em princípios lógicos e matemáticos. A racionalidade implica, assim, que os sistemas de IA devem realizar ações que maximizem seus objetivos, sem necessariamente replicar o processo humano de tomada de decisão. Tal abordagem conecta-se a áreas como estatística, teoria de controle e economia, ao focar na construção de sistemas eficientes e matematicamente fundamentados. A partir dessas duas dimensões: a humanocêntrica que é focada na emulação da mente e do comportamento humano e a racionalista, por outro lado, orientada para decisões matemáticas. Surgem quatro combinações possíveis de IA: a IA que imita o pensamento humano, a IA que simula o comportamento humano, a IA racional voltada para o pensamento e a IA racional voltada para o comportamento. Esses enfoques têm inspirado programas de pesquisa distintos, cada um contribui com métodos e perspectivas variadas para o campo. A primeira combinação, voltada ao pensamento humano, implica uma exploração das estruturas cognitivas e da psicologia. A segunda combinação, voltada ao comportamento humano, concentra-se na reprodução das ações humanas observáveis. Já as duas últimas abordagens, voltadas à racionalidade, se distinguem entre o raciocínio lógico ideal e a ação otimizada, ao

priorizar a eficiência e o cálculo preciso. Essas diferentes definições coexistem e, ao longo da história, pesquisadores das diversas abordagens têm contribuído mutuamente, ao mesclar insights empíricos e lógicos. Embora os métodos e os objetivos de cada vertente variem, todas compartilham o propósito de entender e desenvolver sistemas que atuem de forma inteligente. Ao invés de uma definição única, a IA surge, portanto, como um campo plural que combina a compreensão de processos humanos com a formalização de métodos racionais para a tomada de decisão. Essa diversidade de abordagens amplia o escopo da IA e permite avanços em diferentes direções.

5 ALGORITMO E PROMPT

De acordo com Donald Knuth, se define algoritmos como um conjunto finito de instruções bem definidas, que, quando seguidas, realizam uma tarefa ou resolvem um problema em um número finito de etapas. Na arquitetura, segundo Arturo Tedeschi, o algoritmo é definido como conjunto de instruções ou regras que, ao serem seguidas, produzem uma transformação ou um processo específico, com o objetivo de gerar uma solução ou resultado dentro de um espaço de design. Dessa forma, para o autor, no contexto da arquitetura, um algoritmo não é apenas uma sequência de passos, mas uma maneira de construir uma lógica de transformação que possibilite a criação de formas e processos flexíveis e adaptativos. Para os autores Goodfellow, Bengio e Courville (2016) em modelos de aprendizado de máquina, o prompt pode ser entendido como a entrada fornecida ao modelo, que posteriormente gera uma resposta ou saída. De acordo com a empresa OpenAI, para melhores resultados o prompt deve ser específico, descritivo e o mais detalhado possível sobre o contexto desejado.

6 ESTUDO PRÁTICO

Este artigo apresenta experimentos visuais inspirados no livro *As Cidades Invisíveis*, de Italo Calvino, obra que há décadas influencia arquitetos e urbanistas na forma de pensar e representar o espaço urbano. Há um paralelo entre as narrativas literárias de Calvino, por figuras como Rem Koolhaas, Aldo Rossi e Steven Holl. Para analisar o potencial da inteligência artificial no campo da arquitetura, foi proposto um experimento visual inspirado em "*As Cidades Invisíveis*", de Italo Calvino. Utilizou-se duas ferramentas distintas de IA, o Leonardo IA e o kling IA, o critério utilizado foi a familiaridade dos autores com as duas ferramentas. Foi criada ilustrações da cidade descrita por Calvino. A prática tem como objetivo observar a interpretação visual de cada IA e comparar os resultados obtidos. A análise qualitativa das imagens geradas será focada em critérios como coerência estética, capacidade de inovação e qualidade na representação de ideias abstratas. Ao observar as variações entre as ilustrações, será possível avaliar como diferentes algoritmos interpretam descrições complexas e subjetivas, uma vez que permitem reflexões sobre o potencial da IA na arquitetura. Uma vez que as IAs ampliam a capacidade de arquitetos e urbanistas de

explorar o imaginário, ao oferecer novas maneiras de visualizar conceitos e de democratizar o acesso a representações visuais de alto nível.

6.1 CIDADE ESCOLHIDA

A cidade escolhida para a experimentação foi a Zaíra.

“Inutilmente, magnânimo Kublai, tentarei descrever a cidade de Zaíra dos altos bastiões. Poderia falar de quantos degraus são feitas as ruas em forma de escada, da circunferência dos arcos dos pórticos, de quais lâminas de zinco são recobertos os tetos; mas sei que seria o mesmo que não dizer nada. A cidade não é feita disso, mas das relações entre as medidas de seu espaço e os acontecimentos do passado: a distância do solo até um lampião e os pés pendentes de um usurpador enforcado; o fio esticado do lampião à balaustrada em frente e os festões que empavesavam o percurso do cortejo nupcial da rainha; a altura daquela balaustrada e o salto do adúltero que foge de madrugada; a inclinação de um canal que escoar a água das chuvas e o passo majestoso de um gato que se introduz numa janela; a linha de tiro da canhoneira que surge inesperadamente atrás do cabo e a bomba que destrói o canal; os rasgos nas redes de pesca e os três velhos remendando as redes que, sentados no molhe, contam pela milésima vez a história da canhoneira do usurpador, que dizem ser o filho ilegítimo da rainha, abandonado de cueiro ali sobre o molhe.

A cidade se embebe como uma esponja dessa onda que reflui das recordações e se dilata. Uma descrição de Zaíra como é atualmente deveria conter todo o passado de Zaíra. Mas a cidade não conta o seu passado, ela o contém como as linhas da mão, escrito nos ângulos das ruas, nas grades das janelas, nos corrimãos das escadas, nas antenas dos para-raios, nos mastros das bandeiras, cada segmento riscado por arranhões, serradelas, entalhes, esfoladuras.” (Calvino, 1990, p. 7)

6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, foi realizada a escolha de uma cidade do livro *As Cidades Invisíveis*. Em seguida, utilizou-se um chatbot para auxiliar na elaboração de prompts de criação de ilustrações inspiradas no texto literário e, posteriormente, uma análise qualitativa dos resultados gerados. Para a criação dos prompts, utilizou-se o ChatGPT, Quadro 1, enquanto as ferramentas Leonardo AI e Kling AI foram empregadas na geração das imagens, ambas em seus planos gratuitos.

6.3 PROMPT UTILIZADO

O mesmo prompt foi utilizado nas duas ferramentas. O resultado registrado corresponde ao primeiro gerado por ambas as ferramentas.

Quadro 1 - Prompt

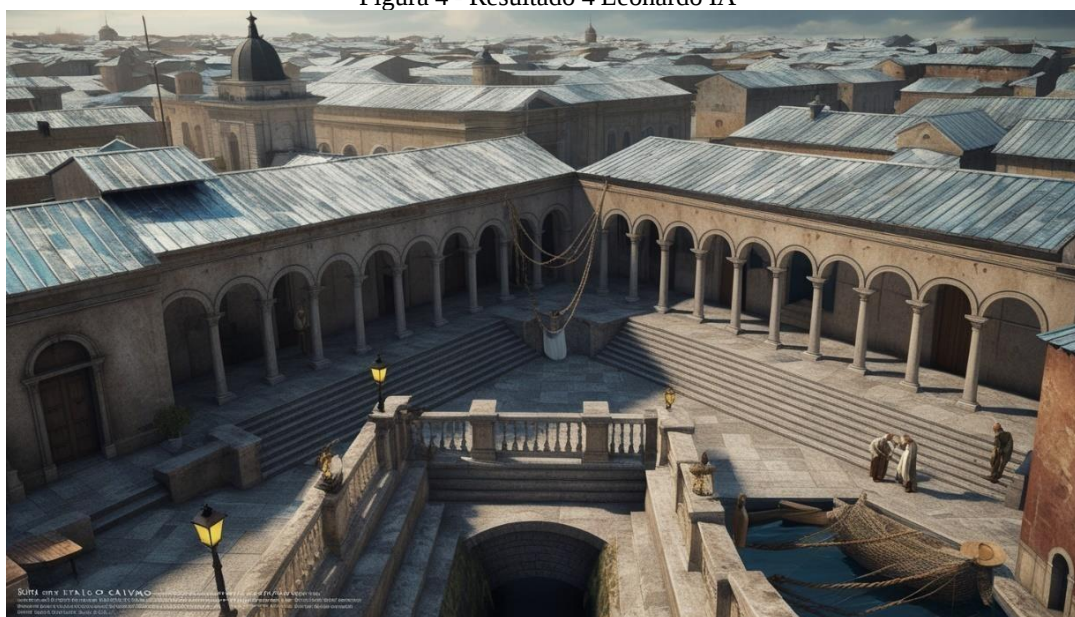
Prompt
Create an illustration of the city of Zaíra as described in Italo Calvino's poetic narrative. This city is viewed from high bastions, capturing the intricate layout of its stair-stepped streets, grand arched porticos, and zinc-covered rooftops. The scene should convey a sense of time-worn elegance and memory-laden architecture, with details reflecting its history: a lamppost at a specific height, suggestive of a usurper once hanged from it; a stretched rope from the lamppost to a nearby balustrade, hinting at decorations for a queen's wedding procession; a canal angled to guide rainwater and the silhouette of a cat entering a window; signs of cannon fire in the distance, scars on fishing nets, and three old men mending these nets by the pier, recounting tales of an old usurper's story. The city's design should evoke a timeless memory, each corner and line representing past events, etched onto handrails, windowsills, and flagpoles, with visible scratches, marks, and wear that speak to the city's rich, silent history.
Crie uma ilustração da cidade de Zaíra conforme descrita na narrativa poética de Italo Calvino. A cidade é vista dos altos

Figura 3 - Resultado 3 Leonardo IA



Fonte: os autores.

Figura 4 - Resultado 4 Leonardo IA



Fonte: os autores.

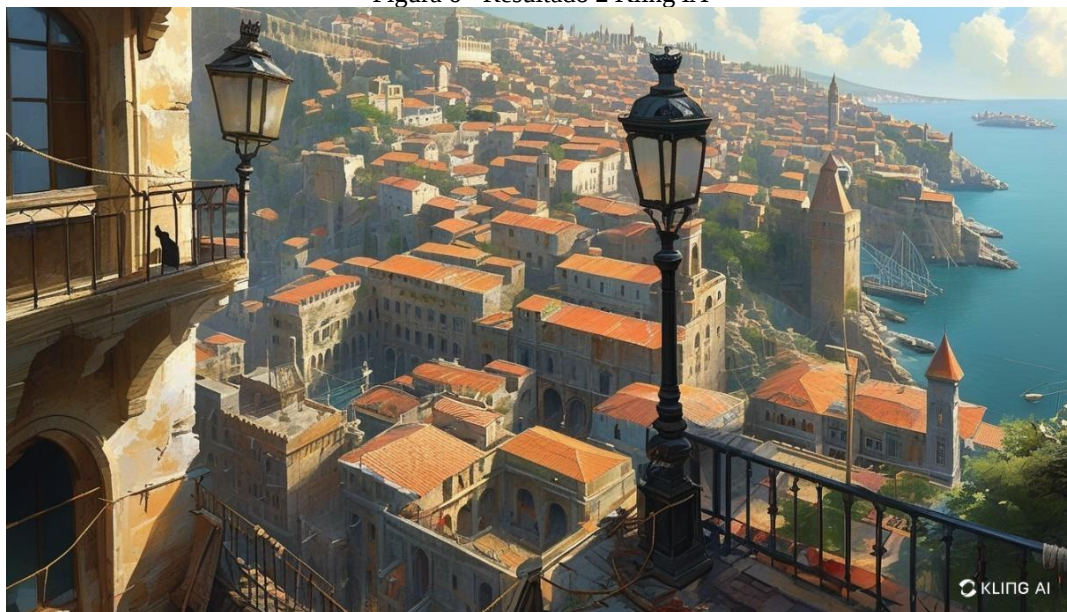
Os resultados obtidos por meio da ferramenta Kling IA estão registrados nas figuras 5, 6, 7 e 8.

Figura 5 - Resultado 1 Kling IA



Fonte: os autores.

Figura 6 - Resultado 2 Kling IA



Fonte: os autores.

Figura 7 - Resultado 3 Kling IA



Fonte: os autores.

Figura 8 - Resultado 4 Kling IA



Fonte: os autores.

7 ANÁLISE QUALITATIVA E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Quadro 2, é apresentada a análise qualitativa dos resultados obtidos a partir da criação de ilustrações utilizando inteligência artificial. Para tal, foram utilizados os seguintes critérios: narrativa, atmosfera, arquitetura e simbolismo, e, por último, o impacto visual.

Quadro 2 - Análise qualitativa dos resultados

Critério	Leonardo IA	Kling IA
Narrativa	A narrativa visual é sombria e introspectiva, transmite uma sensação de distanciamento e mistério. Contudo, falta um sentido profundo das memórias e acontecimentos que definem a cidade.	A narrativa é misteriosa e serena, com um toque nostálgico que se aproxima mais da ideia de uma cidade marcada pelo passado e pela continuidade das histórias.
Atmosfera	Atmosfera fria e enigmática, evocando mistério e solidão. No entanto, não captura a profundidade da cidade como “esponja” de recordações.	Atmosfera acolhedora e nostálgica, com uma estética mediterrânea que sugere uma cidade impregnada de histórias, embora de forma sutil.
Arquitetura e simbolismo	Estruturas arquitetônicas uniformes e simétricas, com influências renascentistas, mas sem símbolos que evoquem o passado contido nas ruas.	Arquitetura mediterrânea detalhada com telhados de terracota e uma estética que remete ao calor e à antiguidade, reflete melhor a ideia de uma cidade marcada por histórias e eventos passados.
Impacto visual	Enfatiza o mistério e a introspecção, mas carece de elementos visuais que remetam ao passado da cidade, como cicatrizes, arranhões e marcas de eventos.	Realça nostalgia e serenidade, transmite um impacto visual que se aproxima mais do conceito de uma cidade que "contém seu passado" nas suas estruturas.

Fonte: os autores.

Ao considerar os avanços tecnológicos discutidos neste artigo, nota-se que a Inteligência Artificial apresenta um potencial transformador significativo para as áreas de arquitetura, urbanismo e design. Por meio do estudo prático realizado, observa-se que as IAs podem auxiliar estudantes tanto no processo criativo dos estudos preliminares de um projeto quanto na geração de imagens conceituais iniciais e na renderização. Além disso, as IAs podem integrar o fluxo de trabalho de um escritório de arquitetura, ao permitir que os clientes visualizem de forma instantânea as primeiras discussões. Dessa forma, a IA possibilita novas abordagens de análise, planejamento e criação, ao ampliar as fronteiras da arquitetura, urbanismo e design ao oferecer ferramentas democráticas que facilitam a exploração de soluções personalizadas.

REFERÊNCIAS

- ARISTÓTELES. Política. Tradução de Antônio Campelo Amaral e Carlos Gomes. Lisboa: Vega, 1998.
- BELOGOLOVSKY, V. Steven Holl: “I am interested in architecture that speaks to the soul”. ArchDaily, 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com/925219/steven-holl-i-am-interested-in-architecture-that-speaks-to-the-soul>. Acesso em: 12 nov. 2024.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York: W.W. Norton & Company, 2014.
- CALVINO, I. As cidades invisíveis. Tradução de Diogo Mainardi. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.
- COPELAND, B_value: B. J. The essential Turing: seminal writings in computing, logic, philosophy, artificial intelligence, and artificial life. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- DEAN, J.; GHEMAWAT, S. MapReduce: simplified data processing on large clusters. Communications of the ACM, v. 51, n. 1, p. 107-113, 2008.
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. Deep learning. Cambridge: MIT Press, 2016.
- GRAY, J. What next? A few remaining problems in information technology. ACM Turing Lecture, 2000.
- HARARI, Y. N. 21 lessons for the 21st century. New York: Penguin Random House, 2018.
- IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R: a language for data analysis and graphics. Journal of Computational and Graphical Statistics, v. 5, n. 3, p. 299-314, 1996.
- INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E CULTURA: perspectivas para a diversidade cultural na era digital. [S.l.]: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2022. E-book.
- KNUTH, D. E. Dancing links. arXiv, 2000. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/cs/0011047>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- KOOLHAAS, R.; MAU, B. S,M,L,XL. New York: The Monacelli Press, 1995.
- LI, X. A. The abject heterotopia: Le Città Invisibili and ‘Junkspace’. Forum for Modern Language Studies, v. 52, n. 1, p. 70-80, 2016.
- OPENAI. Best practices for prompt engineering with the OpenAI API. OpenAI Help Center, [s.d.]. Disponível em: <https://help.openai.com/en/articles/6654000-best-practices-for-prompt-engineering-with-the-openai-api>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- PATTERSON, D. A.; HENNESSY, J. L. Computer organization and design: the hardware/software interface. 5. ed. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2013.
- ROSSI, A. A arquitetura da cidade. Tradução de Carlos Eduardo Comas. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. Artificial intelligence: a modern approach. 4. ed. New York: Pearson, 2020.

STAFF. Supercomputers vs. your computer - a bang for the buck battle. insideHPC, 2012. Disponível em: <https://insidehpc.com/2012/03/supercomputers-vs-your-computer-a-bang-for-the-buck-battle/>. Acesso em: 26 out. 2024.

TEDESCHI, A. Algoritmi: an introduction to parametric design. Bologna: Zanichelli Editore, 2014.

TRIONE, V. Città analoghe: Italo Calvino, Giorgio de Chirico (e Aldo Rossi). Metafisica, v. 22-23, p. 87-111, 2023.

VAN ROSSUM, G.; DRAKE, F. L. Python 3 reference manual. [S.l.]: Python Software Foundation, 2009.