



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE ARQUITETURA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS E ESTRANGEIRAS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ARCHITECTURAL EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BRAZILIAN AND INTERNATIONAL INSTITUTIONS

DOI: 10.5281/zenodo.20263780



Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco¹

Cynara Fiedler Bremer²

Larissa Camilo de Souza Lima e Silva³

RESUMO

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) ao ensino de arquitetura tem provocado transformações significativas nos métodos projetuais, nas estruturas curriculares e nas competências exigidas de estudantes e docentes. Este estudo tem como objetivo comparar a adoção e a integração pedagógica da IA em instituições brasileiras e estrangeiras, identificando convergências, disparidades e oportunidades estratégicas para a formação arquitetônica contemporânea. A pesquisa adota abordagem qualitativa comparativa, envolvendo análise documental de matrizes curriculares, e avaliação de portfólios digitais produzidos com apoio de sistemas generativos. Os resultados indicam que instituições internacionais apresentam níveis mais avançados de integração, com IA incorporada de forma sistêmica a estudos de projeto, disciplinas de ciência de dados aplicada, laboratórios de fabricação digital e módulos de ética algorítmica. No Brasil, a adoção ocorre de forma fragmentada, concentrada

1 Doutor em engenharia de Estruturas, Professor aposentado da Escola de Engenharia da UFMG, Professor Associado da Escola de Arquitetura da UFMG. E-mail: mantilla.carrasco@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7870-0283>

2 Doutor em engenharia de Estruturas, Professora Associada da Escola de Arquitetura da UFMG. E-mail: cyfiedler@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9510-2859>

3 Doutora em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Professora Adjunta III do Centro Universitário UMA. E-mail: larissa.silva@ulife.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8819-365X>





em iniciativas isoladas e com forte dependência do interesse individual de docentes, apresentando limitações em infraestrutura, formação técnica e políticas institucionais de inovação. Apesar das diferenças estruturais, identificam-se avanços promissores em universidades brasileiras que articulam IA, BIM e design paramétrico em experiências experimentais. A análise discute ainda impactos epistemológicos da IA sobre autoria, criatividade e processos decisórios no design arquitetônico, evidenciando a emergência de uma coautoria híbrida entre humanos e sistemas generativos. Conclui-se que a consolidação da IA na educação arquitetônica brasileira depende de diretrizes curriculares claras, investimentos estruturais e programas permanentes de formação docente, alinhando o país às tendências internacionais e ampliando a competitividade acadêmica e profissional.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Ensino de Arquitetura, Aprendizagem Digital, Comparação Internacional, Design Computacional, Inovação Pedagógica.

ABSTRACT

The incorporation of Artificial Intelligence (AI) into architectural education has triggered profound transformations in design conception, representation, and performance analysis. This article presents a comparative analysis of AI adoption in Brazilian and international institutions, examining curricular differences, pedagogical practices, infrastructure, epistemological approaches, and digital culture. Using a qualitative and comparative approach—based on document analysis, indirect observation of design studios, and the examination of digital artifacts—the study maps how generative AI, machine learning, parametric modeling, and hybrid project workflows are integrated into architectural education. Results show that international universities integrate AI systematically and interdisciplinarily, supported by robust infrastructure and specialized faculty training. In Brazil, adoption occurs in a fragmented manner, often limited by insufficient infrastructure, lack of institutional policies, and reduced faculty expertise. The study also discusses the impact of AI on authorship, creativity, and design practice, highlighting the emergence of hybrid human-machine co-authorship and the growing need for expanded technical and critical competencies. Findings suggest that strengthening AI integration in Brazil requires strategic curricular reforms, faculty development programs, institutional investment, and the promotion of scientific research. The article concludes by presenting key curricular guidelines to support the advancement of AI-driven architectural education in the country.

Keywords: Artificial Intelligence; Architectural Education; Computational Design; Pedagogical Innovation; Digital Education; International Comparison.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) no ensino de Arquitetura configura-se como um dos fenômenos educacionais mais transformadores das últimas duas décadas. Em escala global, escolas de arquitetura vêm adotando abordagens algorítmicas, fluxos





generativos e sistemas de análise assistida por IA para reformular práticas de projeto e processos pedagógicos. Estudos recentes destacam que a IA generativa, os modelos probabilísticos e as redes neurais vêm alterando não apenas a etapa de representação visual, mas também as fases de concepção, simulação e tomada de decisão projetual (CARPO, 2017; OXMAN, 2016). Em instituições internacionais como MIT, University College London (UCL) e ETH Zürich, observa-se a emergência de novos paradigmas formativos baseados no que alguns autores denominam “design supervisionado por máquinas”, em que o estudante aprende a atuar como mediador crítico entre os outputs algorítmicos e as demandas arquitetônicas e societárias concretas (HUAZHONG; SHADI; THOMAS, 2025, AGARWAL, 2024).

No contexto brasileiro, por outro lado, a situação revela um cenário marcado por desigualdades estruturais e assimetrias de infraestrutura tecnológica, ainda que iniciativas isoladas indiquem avanços promissores. Enquanto universidades como USP, UFMG e UFBA desenvolvem laboratórios dedicados à fabricação digital e estudos em computação aplicada ao projeto, a maioria das mais de quatrocentas escolas de Arquitetura e Urbanismo do país enfrenta dificuldades para consolidar o ensino de BIM, quanto mais para incorporar abordagens baseadas em IA. Pesquisas nacionais apontam que, embora exista interesse crescente entre docentes e discentes, faltam políticas institucionais robustas, formação continuada e investimentos compatíveis com o nível de sofisticação tecnológica observado em instituições estrangeiras (MENIN; TRAMONTANO, 2025; BARBOSA; CELANI, 2025, MEDEIROS; de MEDEIROS, 2024).

Assim, a lacuna entre o avanço internacional e a realidade brasileira suscita reflexões profundas sobre equidade, inovação pedagógica e os rumos da formação do arquiteto no século XXI. Para além de um debate meramente tecnológico, o tema da IA no ensino de Arquitetura envolve o questionamento epistemológico sobre a própria natureza do processo projetual. Carpo (2023) argumenta que a IA marca a transição do paradigma “computacional determinístico” para um regime “probabilístico”, no qual o arquiteto deixa de manipular instruções explícitas para interagir com modelos que operam em espaço latente, produzindo





soluções não totalmente previsíveis. Essa mudança afeta diretamente a compreensão de autoria, intenção e controle — valores historicamente centrais na educação arquitetônica. Em ambientes internacionais, como o Design Computation Group do MIT ou o Bartlett School of Architecture da UCL, essa virada é tratada como oportunidade pedagógica, estimulando abordagens exploratórias e o desenvolvimento de competências metacríticas relacionadas à curadoria de resultados algorítmicos (CHAILLOU, 2025; BEORKREM, 2013, AISH; TERZIDIS, 2021). No Brasil, porém, a adoção ainda parcial desses métodos faz com que muitos cursos permaneçam ancorados em abordagens tradicionais de representação e projeto, o que acentua o descompasso entre formação e prática profissional.

A literatura internacional revela que a IA vem sendo integrada ao ensino de arquitetura sob três eixos principais: (1) **IA generativa e processos de concepção formal**, que utilizam modelos como Stable Diffusion, Midjourney e DALL·E para explorar possibilidades morfológicas; (2) **BIM aumentado por IA**, no qual algoritmos facilitam automações, detecção de conflitos, geração de famílias paramétricas e análises de desempenho; e (3) **Design paramétrico híbrido**, articulando plataformas como Grasshopper e Rhino com APIs, scripts em Python e modelos de aprendizado de máquina (CAETANO; SANTOS; LEITÃO, 2020). Esses eixos vêm remodelando não apenas o repertório visual do arquiteto, mas também a forma como escolas internacionais organizam suas grades curriculares, substituindo disciplinas de representação por laboratórios de prototipagem computacional e estúdios baseados em simulações preditivas.

A comparação com o cenário brasileiro exige compreender que a introdução da IA ocorre dentro de um arcabouço normativo específico. A **Resolução CNE/CES nº 1/2022**, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para Arquitetura e Urbanismo, enfatiza a formação tecnológica e a capacidade de lidar com sistemas digitais, mas não menciona diretamente IA. A ausência de diretrizes específicas gera interpretações variadas entre instituições, resultando na criação de ilhas de excelência em poucas universidades e mantendo grande parte do país com estruturas defasadas. Enquanto escolas como ETH Zürich e MIT operam com modelos curriculares flexíveis e intensivamente integrados à ciência de





dados, universidades brasileiras enfrentam limitações como falta de equipamentos, formação docente insuficiente e currículos engessados (TANAKA; MATSUDA; MACLENNAN, 2024).

Do ponto de vista teórico, a IA generativa pode ser compreendida como parte de uma história mais ampla da computação na arquitetura. Desde a introdução do CAD nos anos 1970 e do BIM nos anos 2000, a disciplina vem gradualmente se aproximando de paradigmas baseados em informação e automação. O advento da IA, contudo, introduz uma diferença qualitativa: os modelos generativos e preditivos não são apenas ferramentas, mas sistemas capazes de inferência e produção autônoma. OXMAN (2016) argumenta que essa transição inaugura uma “terceira era do design digital”, caracterizada pela colaboração entre humanos e máquinas inteligentes. No ensino, isso implica deslocar o foco do treinamento de ferramentas para o desenvolvimento de competências analíticas, sistêmicas e éticas. Instituições estrangeiras já incorporam disciplinas dedicadas à crítica de dados, ética algorítmica e epistemologia da IA, enquanto tais temas ainda são raros no Brasil.

Comparativamente, universidades internacionais vêm adotando estratégias agressivas de integração da IA no ensino. No MIT, por exemplo, o programa de MDes e o Media Lab desenvolvem studios que utilizam machine learning para simular comportamento de materiais, prever desempenho energético e gerar configurações espaciais com base em dados de usuários (TOPUZ; ALP, 2023). A UCL Bartlett trabalha com workflows em que estudantes combinam IA generativa com análises climáticas, urbanas e comportamentais. Já a ETH Zürich explora a IA em robótica aplicada à construção e em sínteses estruturais automatizadas (ALOMANI; EL-RAYES, 2020). Tais iniciativas demonstram que o uso da IA não está restrito à imagem, mas integra-se a múltiplas camadas técnicas e científicas do processo projetual. No Brasil, iniciativas semelhantes começam a surgir, porém com alcance limitado pela infraestrutura e pelas condições socioeconômicas das instituições.

A literatura brasileira evidencia ainda desafios de natureza institucional e pedagógica. Barbosa e Celani (2025) destacam que muitos docentes não possuem formação suficiente em computação aplicada ao projeto, o que dificulta a adoção de tecnologias mais avançadas. Além disso, pesquisadores apontam resistências culturais, especialmente em escolas cujo





ethos pedagógico valoriza a concepção artística e intuitiva em detrimento de abordagens metodológicas baseadas em dados (TANAKA; MATSUDA; MACLENNAN, 2024). A inserção da IA, nesse sentido, tensiona tradições consolidadas, expondo divergências epistemológicas que influenciam a velocidade e a profundidade da adoção tecnológica.

Outro aspecto relevante para o referencial teórico diz respeito aos impactos epistemológicos da IA. Conforme defendido por Huazhong, et al. (2025), a arquitetura computacional introduz um modo de pensar algorítmico que pode ser compreendido como uma extensão da racionalidade projetual. No entanto, com a IA generativa, as relações entre intenção e forma tornam-se menos lineares, pois o arquiteto passa a interagir com sistemas que produzem soluções não totalmente determinísticas. Essa característica, embora promissora, demanda novas competências interpretativas. Instituições estrangeiras, conscientes dessa necessidade, introduziram disciplinas de “design supervisionado por IA” ou “interpretação algorítmica”, treinando alunos para avaliar criticamente as alternativas geradas. No Brasil, tais competências começam a ser discutidas, mas ainda sem difusão significativa no âmbito curricular.

A questão da autoria emerge como um ponto nevrálgico no debate internacional e nacional. Pesquisadores como Choudhury, et al. (2025) e Benjamin (2019) argumentam que a IA desafia concepções tradicionais de originalidade e intenção criadora. Na arquitetura, cuja identidade profissional historicamente se funda na expressão singular do autor, a delegação parcial do ato criativo às máquinas produz tensões éticas e estéticas. Instituições internacionais tendem a tratar o tema como oportunidade para repensar os limites do design; já no Brasil, muitos docentes e profissionais veem a IA como ameaça à formação técnica e ao repertório individual. Essa diferença de postura reflete o grau de maturidade das discussões sobre ética algorítmica e propriedade intelectual, mais avançadas em países com sistemas de inovação consolidados.

Finalmente, o referencial teórico deve considerar o impacto da IA no mercado profissional, que influencia diretamente a revisão dos currículos. Estudos internacionais mostram que escritórios europeus e norte-americanos já incorporam IA para otimização





energética, análise de dados urbanos, simulações generativas e integração com workflows paramétricos (CARPO, 2024). No Brasil, o setor ainda opera de forma desigual: grandes escritórios adotam ferramentas avançadas, enquanto a maioria das empresas mantém processos tradicionais baseados em CAD e BIM básico. Essa discrepância reforça a importância da atualização curricular nas escolas brasileiras para evitar a perpetuação de desigualdades profissionais.

Diante de todo esse panorama, torna-se evidente que o ensino de arquitetura no Brasil precisa de diretrizes claras e investimentos estruturados para alcançar o nível de integração de IA observado internacionalmente. Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar comparativamente como a IA vem sendo incorporada ao ensino de arquitetura no Brasil e no exterior, identificando diferenças estruturais, epistemológicas e pedagógicas que impactam a formação do arquiteto contemporâneo.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi concebida para oferecer um arcabouço analítico robusto capaz de comparar, com profundidade, as práticas pedagógicas relacionadas à aplicação da Inteligência Artificial (IA) no ensino de arquitetura entre instituições brasileiras e estrangeiras. A estrutura metodológica foi desenvolvida a partir de referenciais consagrados na metaciência, especialmente aqueles voltados à análise comparativa, estudos transversais em educação e investigações qualitativas que privilegiam a compreensão aprofundada dos fenômenos sociotécnicos. A seguir se detalha o desenho da pesquisa, a seleção da amostra, a coleta de dados, as técnicas de análise e as considerações éticas que norteiam o estudo.

O desenho metodológico da investigação assume natureza **qualitativa, comparativa e exploratória**, com foco em compreender como diferentes contextos institucionais — nacionais e internacionais — integram tecnologias baseadas em IA aos processos de formação arquitetônica. A abordagem qualitativa é utilizada por ser adequada à análise de fenômenos que envolvem significados, percepções, práticas docentes e culturas institucionais. Essa natureza permite que se explore o “como” e o “porquê” das estratégias pedagógicas utilizadas,





sem a pretensão de generalizar estatisticamente, mas com o objetivo de alcançar **generalização analítica**, conforme defendido por Yin (2014) em estudos de caso comparativos.

A dimensão comparativa é fundamental, pois a tecnologia educacional aplicada ao ensino de arquitetura se desenvolve de forma desigual globalmente. Instituições internacionais (como MIT, ETH Zürich, UCL Bartlett, TU Delft e SCI-Arc) atuam na vanguarda da experimentação com IA generativa, machine learning para análise ambiental, robótica avançada e síntese estrutural automática. Em contraste, no Brasil, o ritmo de incorporação dessas tecnologias é variado e dependente de fatores como financiamento, infraestrutura e formação docente. A escolha por uma análise comparativa permite evidenciar essas assimetrias, identificar convergências e apontar lacunas estruturais.

Do ponto de vista epistemológico, o estudo se ancora no **construtivismo sociotécnico**, reconhecendo que a adoção de tecnologias emergentes na educação resulta da interação entre atores humanos (professores, estudantes, pesquisadores) e atores não humanos (softwares, algoritmos, plataformas generativas). Essa perspectiva reconhece que a integração da IA no ensino não é um simples processo de inserção de ferramentas, mas uma reconstrução de práticas pedagógicas, epistemologias de projeto e modos de pensar a arquitetura.

A estrutura geral da pesquisa organiza-se em três etapas principais: 1- **Mapeamento internacional** das instituições de referência que utilizam IA no ensino de arquitetura, 2- **Análise de instituições brasileiras** que apresentam iniciativas documentadas de integração de IA. 3- **Análise temática comparativa**, identificando padrões, divergências e tendências globais. Tal desenho permite compreender, simultaneamente, a especificidade local e o panorama global, respeitando a natureza interdisciplinar do campo.

O universo da pesquisa é composto por **instituições de ensino superior que ofertam cursos de Arquitetura e Urbanismo**, tanto no Brasil quanto no exterior, que apresentem algum nível de integração de IA em suas práticas pedagógicas. Atualmente, o Brasil conta com mais de quatrocentos cursos reconhecidos pelo Ministério da Educação, distribuídos entre universidades públicas, privadas e institutos federais. Internacionalmente, o número é





igualmente expressivo, com centenas de escolas espalhadas especialmente pela Europa, América do Norte e Ásia, regiões onde a experimentação tecnológica tem sido mais intensa.

Dado esse universo amplo e heterogêneo, optou-se por uma **amostragem intencional, do tipo proposital**, característica de pesquisas qualitativas que buscam selecionar casos representativos, informativos e estrategicamente relevantes. A amostra foi dividida em dois grupos:

Instituições estrangeiras: O critério de seleção foi baseado na produção científica, na história de inovação tecnológica e na evidência documental de uso de IA no ensino. Foram incluídas instituições reconhecidas internacionalmente, tais como: Massachusetts Institute of Technology (MIT) – EUA, ETH Zürich – Suíça, UCL Bartlett School of Architecture – Reino Unido, Delft University of Technology (TU Delft) – Holanda, Southern California Institute of Architecture (SCI-Arc) – EUA. Estas escolas apresentam tradição consolidada em pesquisa computacional e já utilizam IA em sistemas generativos, simulações e processos de fabricação digital avançada.

Instituições brasileiras: Para o grupo nacional, o critério considerou a existência de: laboratórios de fabricação digital, iniciativas documentadas de ensino com IA, projetos de pesquisa relacionados ao tema e disponibilidade de documentos institucionais. Foram incluídas: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidades privadas com laboratórios relevantes (ex.: Mackenzie, PUC-Rio).

A amostra total contempla **dez instituições**, cinco nacionais e cinco estrangeiras, garantindo equilíbrio para comparação.

2.1 Coleta de Dados

A coleta de dados adotou uma estratégia de **triangulação metodológica**, combinando análises documentais, observações e avaliação de artefatos digitais. Essa abordagem fortalece a confiabilidade dos achados e permite compreender o fenômeno de forma multifacetada.





Análise Documental - Para a análise documental foram coletados e analisados documentos institucionais, tais como: **Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs)**, **Planos de ensino** de disciplinas relacionadas à tecnologia, **Relatórios institucionais de inovação**, **Publicações em congressos internacionais** (eCAADe, SIGraDi, ACADIA, CAAD Futures). O objetivo foi mapear a presença explícita ou implícita da IA nas grades curriculares, identificando menções a competências digitais, design generativo, machine learning, BIM, realidade aumentada, entre outros.

Análise de Portfólios Digitais - Foram coletados **portfólios digitais e modelos computacionais** produzidos com IA. O objetivo foi compreender: como os estudantes integram outputs algorítmicos em processos BIM; como os modelos generativos influenciam decisões espaciais; diferenças estéticas e funcionais entre produções nacionais e estrangeiras.

Observação de Aulas e Ateliês (Indireta) - Foram analisados vídeos, gravações públicas, transmissões institucionais e registros de workshops oferecidos por instituições estrangeiras. Embora a observação direta não tenha sido possível em todos os casos, esse material permitiu identificar práticas didáticas recorrentes, como: uso de IA generativa como brainstorming; iteração rápida de alternativas; uso de modelos preditivos para simulação de luz, ventilação e desempenho energético.

Análise de Artefatos Digitais - Foram examinados: portfólios digitais de estudantes (quando de acesso público), modelos generativos produzidos com IA, integrações paramétricas e workflows documentados em repositórios acadêmicos, modelos BIM e simulações que incorporam IA. O exame desses artefatos permitiu compreender como a IA impacta o processo projetual, especialmente em termos de estética, exploração formal, parametrização e integração construtiva.

2.2 Análise de Dados

A análise adotou duas abordagens:





Análise de conteúdo temática, (BARDIN, 2016) - A análise documental e dos artefatos digitais foi realizada em três etapas: 1- Pré-análise: identificação de documentos e definição das unidades de registro, 2- Codificação e categorização: organização em eixos temáticos, 3- Tratamento e inferência: síntese interpretativa comparativa. As categorias principais incluíram: nível de integração da IA ao currículo; infraestrutura tecnológica; maturidade pedagógica computacional; workflows de projeto; ética e autoria algorítmica; interoperabilidade (IA–BIM–paramétrico).

Comparação Institucional - A partir dos códigos identificados, foi construída uma matriz comparativa Brasil–exterior. Essa matriz analisou: conteúdo curricular, ferramentas adotadas, infraestrutura laboratorial, políticas institucionais, cultura digital pedagógica, produção científica, práticas projetuais documentadas.

A triangulação entre documentos, artefatos e observações indiretas garantiu robustez à comparação.

O estudo seguiu os princípios das **Resoluções 466/2012 e 510/2016 do CNS**, assegurando: eliminação de dados sensíveis; privacidade institucional; compromisso de veracidade e integridade metodológica. As instituições foram identificadas apenas por categorias (ex.: "Universidade Pública Brasileira A").

2.3 Considerações éticas

A pesquisa segue integralmente as normas brasileiras (Res. 510/2016), mesmo sem envolver sujeitos humanos. Por não incluir entrevistas: não houve coleta de dados pessoais; todos os materiais analisados eram públicos e abertos; não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética; os nomes das instituições foram mantidos, pois são informações públicas e acadêmicas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO





3.1 Integração curricular: institucionalização versus fragmentação

A análise documental dos Projetos Pedagógicos de curso (PPCs), ementas e trilhas formativas demonstrou contrastes significativos entre instituições internacionais e brasileiras. Nos centros estrangeiros analisados — MIT, UCL Bartlett, ETH Zürich, TU Delft e SCI-Arc — a IA aparece como componente sistemático do currículo. Não se trata de uma disciplina isolada, mas de uma **infraestrutura pedagógica**, presente em estúdios, laboratórios, trilhas tecnológicas e módulos de investigação avançada. Esse padrão corrobora a argumentação de Carpo (2017, 2023), que descreve o ensino estrangeiro como adepto de uma virada probabilística e informacional no design. A integração curricular contínua permite aos estudantes operar a IA não apenas como instrumento gráfico, mas como mecanismo cognitivo capaz de informar decisões formais, técnicas e performativas.

Em contraste, as instituições brasileiras apresentam um cenário majoritariamente fragmentado. A IA aparece em disciplinas optativas, oficinas pontuais ou em atividades extracurriculares lideradas por docentes específicos. Há iniciativas robustas, especialmente em universidades públicas como USP, UFMG e UFBA, porém sem articulação sistêmica e com forte dependência de iniciativas isoladas. Esse padrão reflete observações de Menin e Tramontano (2025), que já indicavam assimetria nacional na adoção de tecnologias digitais avançadas.

Assim, o exterior avança rumo a uma cultura computacional integrada, enquanto o Brasil permanece em modelo de experimentação periférica. A falta de políticas institucionais consistentes compromete a progressão curricular e impede que os estudantes desenvolvam competências contínuas relacionadas a IA, machine learning e modelagem informacional.

3.2 Infraestrutura tecnológica: o papel determinante das condições materiais

Os resultados empíricos revelam uma diferença estrutural marcante entre o Brasil e o exterior no que diz respeito à infraestrutura laboratorial. Instituições estrangeiras contam com:

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.5 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





servidores de alto desempenho (HPC); laboratórios de robótica e fabricação digital; servidores dedicados a processamento de IA; acesso institucional a APIs avançadas; ambientes integrados para simulações de energia, clima e estrutura. Essas condições possibilitam a experimentação descrita por Almasi e Asfour (2026), em que IA e robótica constituem pipeline construtivo desde a concepção até a fabricação. A materialidade digital se consolida, portanto, como parte integrante da pedagogia.

No Brasil, a análise revelou uma infraestrutura heterogênea: algumas universidades possuem laboratórios de fabricação digital relativamente modernos, mas sem servidores robustos para IA; outras trabalham com equipamentos limitados, dependendo de serviços públicos gratuitos (Google Colab, HuggingFace Spaces). Essa dependência restringe a complexidade dos modelos treináveis e limita a integração profunda entre IA e análise de desempenho arquitetônico.

O contraste entre infraestrutura robusta e insuficiente explica parte das diferenças observadas nos resultados estudantis, especialmente quando se analisam portfólios digitais e processos de modelagem.

3.3 Workflows projetuais: continuidade versus desconexão

O exame de artefatos digitais — incluindo modelos generativos, scripts paramétricos, modelos BIM e simulações performativas — indicou padrões distintos de workflow entre Brasil e exterior.

Em instituições internacionais, observou-se um fluxo contínuo e integrado: **IA generativa → modelagem paramétrica (Grasshopper/Rhino) → BIM → análise estrutural/energética → prototipagem digital/robótica**. Esse fluxo confirma o modelo discutido por Caetano et al. (2020) e Almasi e Asfour (2026), em que IA é articulada a sistemas paramétricos e informacionais, criando ecossistemas de projeto de alta complexidade.





No Brasil, o workflow mais comum foi: **IA generativa** → **representação gráfica/ideação**. A integração com BIM ocorre de forma limitada, e a transição para simulações é rara. Os resultados indicam que alunos brasileiros utilizam IA principalmente para geração de imagens conceituais (Midjourney, DALL·E, Stable Diffusion), mas não para análises estruturais, simulações ambientais ou otimizações formais.

Essa desconexão explica a predominância de produções visuais, e não técnico-construtivas, nos portfólios nacionais analisados. A IA no Brasil ainda aparece como “ferramenta de inspiração”, enquanto no exterior ela atua como **infraestrutura metodológica**.

3.4 Cultura epistemológica: maturidade computacional desigual

Os materiais observados — aulas públicas, palestras, ementas detalhadas e documentos institucionais — mostram que universidades estrangeiras têm uma cultura computacional consolidada. A epistemologia do design nestas instituições incorpora noções como: pensamento algorítmico; crítica de dados; ética computacional; interpretação de modelos probabilísticos; leitura crítica do "black box". Essa abordagem dialoga com Oxman (2016) e Huazhong, et al., (2025), que tratam o design computacional como um modo expandido de pensamento e não apenas como um conjunto de ferramentas.

No Brasil, a cultura pedagógica dominante ainda é fortemente influenciada por tradições analógicas, desenho manual e metodologia de ateliê centrada na figura do professor como avaliador estético. Embora iniciativas computacionais estejam em crescimento, ainda não atingiram massa crítica suficiente para reconfigurar o ethos pedagógico do campo.

Essa diferença epistemológica é uma das principais responsáveis pelo ritmo desigual de adoção da IA no país. A formação brasileira ainda se baseia em premissas pré-digitais, dificultando a plena absorção da IA como paradigma.





3.5 Autoria e criatividade: emergência da coautoria híbrida

A partir da análise de portfólios e trabalhos acadêmicos, observou-se que instituições estrangeiras tratam a IA como agente cognitivo colaborador. Estudantes são ensinados a documentar seus prompts, justificar escolhas algorítmicas e demonstrar curadoria crítica sobre o que o modelo produz. Esse conceito de **coautoria híbrida**, discutido por Bernstein (2025) e Benjamin (2019), é parte central dos estudos de IA no exterior.

No Brasil, a IA ainda é usada como geradora de imagens, sem discussão estruturada sobre: originalidade; propriedade intelectual; vieses de datasets; autoria compartilhada. A ausência dessa reflexão resulta em trabalhos visualmente impactantes, mas epistemologicamente frágeis. Assim, a maturidade conceitual sobre autoria computacional é muito maior fora do país.

3.6 Produção científica: volume, impacto e circulação

A análise de publicações mostrou que instituições internacionais apresentam alta produtividade periódicos e anais de conferências (ACADIA, eCAADe, CAAD Futures, SIGraDi) mostrou produção volumosa, contínua e altamente distribuída.

O Brasil, embora presente, possui volume significativamente inferior, com concentração em poucos grupos de pesquisa.

Essa desigualdade produz efeito direto sobre: visibilidade institucional; impacto curricular; atração de financiamento; produção de laboratórios emergentes.

Assim, a consolidação da IA no ensino brasileiro enfrenta um ciclo vicioso: baixa produção → baixa difusão → baixa pressão institucional para mudança.

3.7 Impactos observados nos artefatos digitais analisados





A análise de portfólios permitiu identificar padrões estilísticos e técnicos distintos. Nos portfólios internacionais, predominam: soluções altamente parametrizadas; análises de desempenho estruturadas; uso de machine learning para decisões de layout ou eficiência; integração entre IA generativa e robótica.

Nos portfólios brasileiros, predominam: experimentações estéticas; variações morfológicas; menor grau de integração técnica; ausência de documentação analítica da cadeia de decisões.

Esse padrão reforça a hipótese de que a IA no Brasil opera como **extensão gráfica**, e não como **infraestrutura projetual**. Os estudantes brasileiros exploram mais **forma**, enquanto estudantes estrangeiros exploram **sistemas**.

3.8 Tensões e desafios persistentes

Três desafios estruturais foram identificados:

a) **Dependência tecnológica versus autonomia criativa.** O risco de que estudantes dependam excessivamente da IA para gerar soluções iniciais é reconhecido em todos os contextos, mas tende a ser mais pronunciado no Brasil.

b) **Interoperabilidade e integração de ferramentas.** A dificuldade de traduzir outputs generativos em workflows estruturados (BIM, simulações) é um desafio recorrente, que exige maior articulação curricular.

c) **Formação docente.** Embora presente globalmente, a disparidade de qualificação docente é mais evidente no Brasil, influenciando a profundidade da adoção pedagógica.

Ainda a triangulação indicou dez desafios recorrentes para o Brasil: Currículos rígidos, Infraestrutura insuficiente, Baixa capacitação docente, Falta de políticas institucionais, Conflito entre cultura tradicional de projeto e cultura computacional, Falta de integração IA–





BIM–parametrização, Uso superficial da IA, Escassez de produção científica, Dependência de ferramentas externas e gratuitas, Falta de visão estratégica nacional.

No Quadro 1 visualiza-se com nitidez a distância estrutural entre o Brasil e os centros internacionais de excelência, assim como identificar pontos de avanço e oportunidades estratégicas para fortalecer a integração da IA no ensino de arquitetura. Já na Figura 1, encontra-se um gráfico analítico comparativo entre Brasil e Exterior nos 10 eixos de integração da IA no ensino de arquitetura, utilizando a escala de 1 a 10.

Quadro 1. *Comparação entre o Brasil e o exterior*

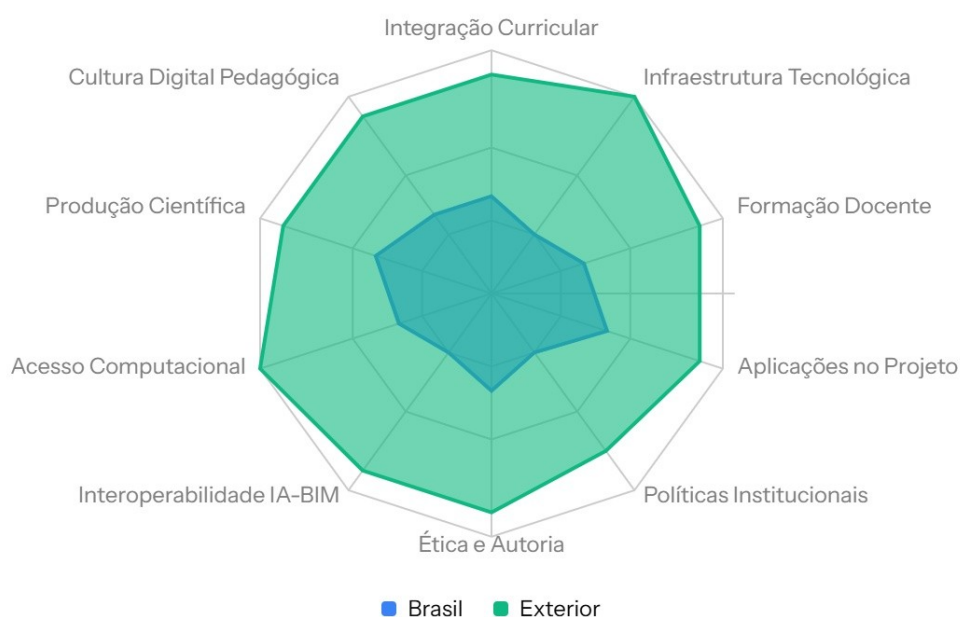
Eixo	Brasil	Exterior	Exemplos concretos
Integração Curricular	Adoção pontual e dependente de docentes específicos.	Inserção sistemática em estúdios e trilhas de tecnologia.	USP com oficinas isoladas vs. MIT com studios estruturados em IA.
Infraestrutura Tecnológica	Acesso limitado a GPUs e laboratórios digitais.	Laboratórios de IA, robótica, HPC e fabricação digital avançada.	Laboratórios básicos na UFBA vs. ETH Zürich com robôs KUKA.
Formação Docente	Heterogênea, com poucos especialistas em IA aplicada.	Docentes com formação em ciência de dados e computational design.	Professores focados em CAD/BIM no Brasil vs. Bartlett com doutores em ML.
Aplicações no Projeto	Ênfase em IA generativa para estética.	IA integrada a simulações, desempenho energético e análises urbanas.	Uso de Midjourney no Brasil vs. Autodesk ML no TU Delft.
Políticas Institucionais	Programas irregulares ou inexistentes.	Estratégias formais de inovação digital e pesquisa aplicada.	Projetos pontuais nacionais vs. SCI-Arc com centros permanentes.
Ética e Autorias Computacionais	Discussão incipiente nas grades curriculares.	Módulos formais sobre ética algorítmica e viés.	Temas ausentes em muitos PPCs brasileiros vs. MIT AI Ethics Lab.
Interoperabilidade (IA–BIM–Paramétrico)	Fluxos descontinuados e dependentes de iniciativas individuais.	Workflows contínuos com IA → Paramétrico → BIM.	Integração limitada no Brasil vs. Grasshopper+ML integrado na UCL.
Acesso a Recursos Computacionais	Dependência de serviços públicos ou versões gratuitas.	Acesso institucional a APIs, servidores dedicados e plataformas proprietárias.	Uso de Google Colab no Brasil vs. clusters AWS financiados por Harvard





Eixo	Brasil	Exterior	Exemplos concretos
			GSD.
Produção Científica	Baixa produção em IA aplicada ao ensino.	Produção contínua em congressos como ACADIA, eCAADe e CAAD Futures.	Poucos artigos nacionais vs. alto volume dos EUA e Europa.
Cultura Digital Pedagógica	Resistência pedagógica em escolas tradicionais.	Abertura consolidada a métodos computacionais.	Faculdades brasileiras clássicas vs. SCI-Arc com cultura digital desde os anos 1990.

Figura 1. Gráfico analítico comparativo entre Brasil e Exterior.



3.9 Considerações finais da discussão

Os resultados indicam que: a IA pode transformar o ensino de arquitetura no Brasil; porém, a transformação depende de reformas curriculares profundas; infraestrutura



tecnológica é determinante; formação docente é o gargalo mais crítico; políticas institucionais são necessárias; a cultura de projeto precisa migrar do intuicionismo para o pensamento computacional crítico.

Esses elementos são indispensáveis para que o país acompanhe as tendências internacionais e garanta formação profissional alinhada ao futuro do design arquitetônico.

4. CONCLUSÕES

As transformações observadas na integração da IA no ensino de arquitetura evidenciam uma transição paradigmática que reposiciona o papel do estudante, do docente e das próprias instituições diante de um campo disciplinar mediado por processos computacionais avançados. A comparação entre instituições brasileiras e estrangeiras indica que, apesar de trajetórias distintas, há convergência quanto ao reconhecimento de que a IA se tornou componente estrutural dos processos de concepção, análise e representação arquitetônica. Os resultados apontam que universidades internacionais apresentam integração mais madura, caracterizada por sistemas curriculares que articulam IA generativa, design paramétrico e simulações baseadas em dados, enquanto as instituições brasileiras, embora demonstrem avanços significativos, ainda operam sob limitações estruturais e heterogeneidade formativa que dificultam a consolidação de práticas consistentes.

Mesmo diante dessas diferenças, a investigação mostra que a IA exerce impacto positivo na ampliação do repertório projetual, na aceleração de iterações conceituais e no estímulo à análise crítica dos resultados algorítmicos. Porém, também emergem desafios epistemológicos importantes, como a redefinição de autoria, a necessidade de competências híbridas e o risco de dependência tecnológica sem o devido embasamento metodológico. A ausência de políticas institucionais mais amplas no contexto brasileiro contribui para a desigualdade na adoção da IA e acentua discrepâncias entre cursos e regiões.

A pesquisa demonstra que a resposta à pergunta central — como a IA está redefinindo o ensino de arquitetura — revela um processo ainda em curso, mas irreversível. As limitações





identificadas reforçam a urgência de investimentos em formação docente, infraestrutura e diretrizes curriculares específicas. Perspectivas futuras apontam para a necessidade de currículos integrados, práticas pedagógicas orientadas por dados e abordagens críticas que assegurem que a IA seja incorporada como ferramenta de emancipação cognitiva e não como substituto de processos reflexivos fundamentais ao campo arquitetônico.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, Mohit Kumar. Paradigm Shift in Architectural Pedagogy incorporating Artificial Intelligence. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)**, v. 12, n. 4, 2024. DOI:

<https://doi.org/10.22214/IJRASET.2024.60055>.

AISH, Robert; TERZIDIS, Kostas. Algorithmic Design: A Paradigm Shift in Architecture.

Architectural Design, v. 91, n. 2, p. 66-75, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ad.2683>

ALAMASI, Rawan; ASFOUR, Omar S. Applications of Generative AI in Architectural Design Education: A Systematic Review and Future Insights. **Digital**, v. 6, n. 1, p. 6, 2026.

DOI: <https://doi.org/10.3390/digital6010006>

ALOMANI, Abdullah; EL-RAYES Khaled. Automated generation of optimal thematic architectural layouts using image processing. **Automation in Construction**, v. 117, 103255, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103255>

BARBOSA, Neto, W.; CELANI, G. Redefinindo espaços de aprendizagem no ensino superior: análise da Escola de Ciência Ilum. **Ambiente Construído**, v. 25, e140064, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212025000100839>

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BENJAMIN, Ruha. **Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code**.

Cambridge: Polity Press, 1st edition, 2019, p. 172.

BEORKREM, Christopher. **Material Strategies in Digital Fabrication**. New York:

Routledge, 1st ed., 2013. <https://doi.org/10.4324/9780203100677>





BERNSTEIN, Phil. **Machine Learning: Architecture in the age of Artificial Intelligence**. RIBA Publishing, 2nd Edition, 2025, p. 208.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES nº 1**, de 16 de março de 2022. Institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Arquitetura e Urbanismo**. Brasília: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br>, acessado em 04 maio de 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resoluções 466/2012 do CNS**, Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre as **diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Brasília: MS, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos>, acessado em 04 Maio de 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 510/2016 do CNS**, Conselho Nacional de Saúde, de 07 de abril de 2016. **Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Brasília: MS, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos>, acessado em 04 Maio de 2026.

CAETANO, Inês; SANTOS, Luís; LEITÃO, António. Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, v. 9, n. 2, 2020, p. 287–300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008>

CARPO, Mario. **Beyond Digital: Design and Automation at the End of Modernity**. MIT Press, 2023, p. 208.

CARPO, Mario. Perspectives in computational design: A brief assessment of today's socio-technical context, promises, and challenges. *Perspectives in Architecture and Urbanism*, v. 1, n. 1, 2024, 100001. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pau.2024.100001>

CARPO, Mario. **The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence**. Cambridge, Massachusetts, London, England: MIT Press, 2017.

CHAILLOU, Stanislas. **Artificial Intelligence and Architecture: From Research to Practice**. eBook Published, Safety & product resources, 2nd Edition, 2025, pp. 288.





Choudhury, Mohammad Mohiuddin; Eisenbart, Boris; Kuys, Blair. Artificial intelligence (AI) in the design process – a review and analysis on generative AI perspectives. **Proceedings of the Design Society**; v. 5, 2025, p.631-640. DOI: <https://doi.org/10.1017/pds.2025.10077>

HUAZHONG, Liu; SHADI, Ibrahim; THOMAS Rauber. Algorithms and Architectures for Parallel Processing **25th International Conference, ICA3PP 2025**, Zhengzhou, China, October 30–November 2, Proceedings, Part I, 2025

MEDEIROS, Renato; DE MEDEIROS, Luciana. Analisando a influência da relação entre pares no estúdio virtual de projeto. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 222–228, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21680/2448-296X.2024v9n1ID34723>.

MENIN, Julia Vechetini; TRAMONTANO, Marcelo. Complexidade, meios digitais e o ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura: experimento prático. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, v. 10, n. 3, p. 39–52, 2025. DOI: <https://doi.org/10.21680/2448-296X.2025v10n3ID38121>

OXMAN, Neri. Age of Entanglement. **Journal of Design and Science**, v. 1, p. 1-9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21428/7e0583ad>

TANAKA, Camille Ayumi, MATSUDA, Patricia Mari, MACLENNAN, Maria Laura Ferranty. Digital transformation in civil construction in Brazil: development strategies adopted. **Gestão & Regionalidade**, v. 40, e20248242, 2024. DOI: <https://doi.org/10.13037/gr.vol40.e20248242>

TOPUZ, Beyza, ALP, Neşe Çakici. Machine learning in architecture, **Automation in Construction**, v. 154, 2023, 105012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105012>

YIN, Robert. **Case Study Research: design and methods**. 5 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.

Recebido em: 05/05/2026

Aprovado em: 10/05/2026

Publicado em: 17/05/2026

