



ID del documento: SiE-Vol.3.N.1.001.2026

Tipo de artículo: Investigación

Entre CAD y inteligencia artificial: utilidad situada en la arquitectura brasileña

Between CAD and Artificial Intelligence: Situated Utility in Brazilian Architecture

Autores:

Carlos Quedas Campoy¹, Cleide Izidoro², Bruno Luiz Poça Magno³, Gabriel José de Carvalho⁴

¹Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil, prof.carloscampoy@ulife.com.br, <https://orcid.org/0000-0002-2692-6237>

²Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil, cleide.izidoro@ulife.com.br, <https://orcid.org/0009-0002-6089-8062>

³Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil, prof.brunomagno@ulife.com.br, <https://orcid.org/0009-0008-4793-0738>

⁴Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil, arq.gabrieljcarvalho@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-1045-0947>

Corresponding Author: Carlos Quedas Campoy, prof.carloscampoy@ulife.com.br

Reception: 1-November-2025

Acceptance: 07-December-2025

Publication: 25-February-2026

How to cite this article:

Quedas Campoy, C., Izidoro, C., Poça Magno, B. L., & de Carvalho, G. J. (2026). Entre CAD y inteligencia artificial: utilidad situada en la arquitectura brasileña. *Sapiens in Education*, 3(1), 1-22. <https://doi.org/10.71068/6xp3p336>





Resumen

La expansión de herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA) puede reconfigurar las formas de concebir, representar y analizar el proyecto arquitectónico. Este artículo analiza la utilidad, viabilidad y límites de la IA disponible comercialmente en el proceso de proyecto en Brasil, con foco en pequeños y medianos estudios y profesionales independientes. El objetivo es comprender la convergencia entre las tareas del proceso proyectual y las capacidades de categorías funcionales de herramientas de IA accesibles al público general. Metodológicamente, la investigación es exploratoria y aplicada, basada en revisión de literatura, levantamiento y clasificación funcional de herramientas y pruebas empíricas orientadas por tareas, integradas mediante una matriz tarea–herramienta–fase y criterios de productividad, calidad proyectual, riesgo, viabilidad y alineación normativa y tectónica. Los resultados evidencian el predominio del estadio CAD/modelación directa y una parametrización fragmentaria, mientras que la IA generativa-analítica opera como soporte periférico. Se identifican aportes en la organización programática, la lectura contextual y el análisis ambiental preliminar, especialmente en el Estudio Preliminar, y un uso administrativo limitado en el Proyecto Legal. En el Proyecto Ejecutivo, la utilidad permanece marginal debido a exigencias de trazabilidad y control constructivo. Se concluye que la adopción de la IA en el contexto brasileño es localizada y dependiente de la fase, condicionada por costo, curva de aprendizaje y demanda efectiva, y que la matriz propuesta ofrece un instrumento replicable para evaluar decisiones de incorporación tecnológica de manera crítica y situada.

Palabras clave: Brasil; inteligencia artificial; práctica profesional; proceso de proyecto.

Abstract

The expansion of tools based on Artificial Intelligence (AI) can reconfigure the ways architectural projects are conceived, represented, and analyzed. This paper examines the utility, viability, and limits of commercially available AI in the design process in Brazil, focusing on small and medium-sized practices and independent professionals. The objective is to understand the convergence between design process tasks and the capabilities of functional categories of AI tools accessible to the general public. Methodologically, the research is exploratory and applied, grounded in a literature review, the mapping and functional classification of tools, and task-oriented empirical tests, integrated through a task–tool–phase matrix and criteria of productivity, design quality, risk, viability, and regulatory and tectonic alignment. The results show the predominance of the CAD/direct modeling stage and a fragmented parametrization, while generative-analytical AI operates as peripheral support. Contributions are identified in programmatic organization, contextual reading, and preliminary environmental analysis, particularly in the Preliminary Study, and in limited administrative support in the Legal Design phase. In the Executive Design phase, utility remains marginal due to requirements for traceability and constructive control. It is concluded that AI adoption in the Brazilian context is localized and phase-dependent, conditioned by cost, learning curve, and effective demand, and that the proposed matrix offers a replicable instrument for critically and situationally evaluating decisions on technological incorporation.

Keywords: Brazil; artificial intelligence; professional practice; design process.





1.INTRODUCCIÓN

La expansión de herramientas digitales basadas en Inteligencia Artificial (IA) puede modificar de manera progresiva los procesos de concepción, representación y análisis en la práctica arquitectónica contemporánea. Este fenómeno no se limita a la incorporación de nuevos instrumentos técnicos, sino que se inscribe en un cambio de paradigma que afecta la relación entre el arquitecto, la máquina y el entorno construido (Bernstein, 2025; Chaillou, 2025; Campo, 2022). En este escenario, la tecnología deja de ser un medio pasivo de representación para adquirir un papel activo en la generación, evaluación y mediación de decisiones proyectuales.

Algunos autores han propuesto taxonomías para describir las etapas de desarrollo tecnológico en arquitectura. Aunque con diferencias conceptuales, existe una convergencia en torno a cuatro grandes momentos. El primero se refiere a la modulación y racionalización manual del proyecto. El segundo corresponde al Diseño Asistido por Computadora, centrado en la producción bidimensional y en la modelación directa tridimensional. El tercero introduce la parametrización y la programación visual, con reglas y dependencias entre variables geométricas. El cuarto incorpora la IA generativa y analítica, donde la máquina alcanza un grado de autonomía parcial y puede operar como socio activo del arquitecto (Bernstein, 2025; Chaillou, 2025).

En el ámbito internacional, grandes oficinas de arquitectura han avanzado en los dos últimos estadios. Estas prácticas incluyen tanto la adopción de herramientas algorítmicas y modelos de IA como el desarrollo interno de aplicaciones específicas para la generación, el análisis y la optimización de soluciones de proyecto (Bernstein, 2025; Campo, 2022; Campo & Leach, 2022; Leach, 2025). Este contexto configura una frontera tecnológica que articula diseño, computación y producción de conocimiento proyectual.

Sin embargo, la transferencia de este modelo al contexto brasileño no es directa. Las condiciones estructurales, económicas y organizacionales difieren de manera significativa. El acceso a capital, la disponibilidad de equipos especializados y la escala de los encargos influyen en la viabilidad de adoptar metodologías avanzadas. En consecuencia, la pregunta por el estado real de desarrollo tecnológico en la práctica cotidiana de la arquitectura brasileña permanece abierta.

Este problema adquiere mayor relevancia cuando se considera la estructura del mercado profesional. En enero de 2026, el Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil registró aproximadamente 240.261 arquitectos y urbanistas en actividad en el país (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, 2026). Frente a este universo, el número de grandes empresas del sector de servicios técnicos y proyectuales representa una fracción mínima. La mayor parte de la producción arquitectónica se concentra en pequeños y medianos estudios, así como en profesionales independientes, responsables de una porción significativa de la morfología urbana (Quaroni, 1987) cotidiana.

Este segmento profesional opera, en su mayoría, en proyectos de pequeña y mediana escala. Estas tipologías, aunque limitadas en escala individual, conforman el tejido urbano en su





dimensión más extendida y recurrente. Su impacto acumulado en la configuración de las ciudades y en la calidad de vida urbana es, por lo tanto, estructural.

En este marco, surge el problema central de esta investigación. Si las herramientas de IA avanzadas son desarrolladas y utilizadas prioritariamente por grandes oficinas con alta capacidad financiera y organizacional, ¿en qué medida la IA disponible comercialmente resulta útil, viable y demandada por pequeños y medianos estudios brasileños y por profesionales independientes? Esta pregunta no se orienta únicamente por el potencial de la tecnología, sino por su adecuación a las condiciones reales de trabajo, a las exigencias normativas, a los sistemas constructivos predominantes y a las restricciones económicas del contexto local.

La literatura reciente señala que el interés por la IA en Brasil ha crecido desde 2022, tanto en el ámbito profesional como en el institucional; sin embargo, los desarrollos aplicados al proyecto arquitectónico permanecen limitados y fragmentarios (Batista, 2024; Grunow, 2023; Redação CAU/SP, 2024). En la práctica cotidiana, la adopción de tecnologías más complejas se ve condicionada por barreras financieras, por la curva de aprendizaje asociada a nuevas metodologías y por la ausencia de una demanda explícita que justifique su implementación sistemática (Campoy, 2023).

Desde una perspectiva metodológica, este escenario exige desplazar el foco del análisis desde la herramienta hacia la tarea. Más que clasificar software o modelos de IA, resulta necesario comprender las fases del proceso proyectual en las que se concentran las decisiones críticas y los mayores márgenes de incertidumbre. En el contexto brasileño de pequeña y mediana escala, estas fases se organizan en torno al Estudio Preliminar, al Proyecto Legal y al Proyecto Ejecutivo, conforme a las normativas técnicas y urbanísticas vigentes (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018). Cada una de estas etapas presenta demandas distintas en términos de análisis, representación, validación normativa y viabilidad constructiva.

A partir de este encuadre, el objetivo general de este estudio es comprender la convergencia entre los tipos de tareas y productos generados en el proceso de proyecto arquitectónico de pequeña y mediana escala en Brasil y el estado del arte de la IA disponible comercialmente para el público general de arquitectos en Brasil. Se busca identificar en qué momentos y bajo qué condiciones estas herramientas pueden aportar ganancias reales de productividad o calidad, así como los límites técnicos y metodológicos que restringen su adopción.

Como objetivos específicos, se propone, en primer lugar, delimitar las tipologías, escalas y fases del proceso de proyecto más recurrentes en el segmento profesional analizado. En segundo lugar, construir una tipología funcional de herramientas de IA accesibles al mercado general, organizada por categorías de uso y por resultados proyectuales relevantes. En tercer lugar, mapear las relaciones de adherencia y las brechas entre las tareas del proyecto y las capacidades de estas herramientas, considerando tanto los beneficios potenciales como los riesgos asociados, tales como imprecisiones, dependencia de procesos generativos no verificables y dificultades de integración normativa y tectónica (Campo & Leach, 2022; Oxman, 2009).





La metodología adoptada es de carácter exploratorio y aplicado. Se fundamenta en una revisión de la literatura especializada, en el levantamiento y clasificación de herramientas de IA de acceso público y en la realización de pruebas empíricas orientadas por tareas del proceso de proyecto. Este procedimiento se complementa con un análisis crítico de viabilidad, que considera costos, curva de aprendizaje y riesgos operativos en el contexto local (Lakatos & Marconi, 2019). La triangulación de estas fuentes busca conferir consistencia analítica a las inferencias realizadas y explicitar las limitaciones de generalización de los resultados.

Con este encuadre, el estudio no pretende evaluar la IA como una solución universal para la práctica arquitectónica brasileña. Su propósito es más delimitado: identificar zonas de utilidad concreta y zonas de prescindibilidad tecnológica dentro de un campo profesional mayoritariamente orientado por tipologías, sistemas constructivos y marcos normativos convencionales. De este modo, se propone contribuir a una comprensión situada de la relación entre arquitectura e IA en el contexto nacional, evitando tanto el entusiasmo acrítico como la negación apriorística del potencial tecnológico.

2. DESARROLLO

La comprensión del papel de la Inteligencia Artificial en arquitectura exige una definición operativa de las etapas de desarrollo tecnológico y metodológico. Las taxonomías propuestas por Bernstein (2025) y Chaillou (2025) no solo describen una secuencia histórica de herramientas, sino que delimitan transformaciones en la relación entre el arquitecto, la representación y la toma de decisiones. En su formulación más general, pueden reconocerse cuatro estadios con implicaciones proyectuales diferenciadas.

El primer estadio se basa en la modulación y racionalización manual. Predomina la abstracción geométrica directa, el dibujo analógico y la organización del espacio a partir de reglas implícitas. El segundo estadio corresponde al Diseño Asistido por Computadora. Se caracteriza por la producción bidimensional y por la modelación directa tridimensional. La máquina actúa como instrumento pasivo. Aumenta la velocidad de representación, pero no altera la lógica del diseño.

El tercer estadio introduce la parametrización y la programación visual. Se establecen relaciones explícitas entre variables. La forma deja de ser un resultado fijo para convertirse en una familia de soluciones. Este cambio implica una lógica algorítmica, donde reglas y dependencias condicionan la generación de alternativas (Oxman, 2017). El cuarto estadio incorpora la IA generativa y analítica. En este nivel, la máquina puede operar con cierto grado de autonomía. Genera, evalúa y selecciona opciones. La relación deja de ser meramente instrumental para adquirir un carácter colaborativo (Bernstein, 2025; Chaillou, 2025).

A pesar de la secuencia histórica, actualmente, estas etapas no deben entenderse como compartimentos estancos. En la práctica, coexisten. Un mismo estudio puede operar en el segundo estadio para documentación legal y en el tercero o cuarto para exploraciones





formales o análisis ambientales. Sin embargo, la distinción es útil como marco analítico para evaluar niveles de adopción, tipos de competencia técnica y demandas organizacionales.

En el contexto internacional, grandes oficinas de arquitectura – como Zaha Hadid Architects, Foster + Partners, Studio Kinch, Skidmore, Owings y Merrill, UNStudio, XKool, entre otras –, han avanzado de manera consistente en los estadios tres y cuatro. La adopción de procesos algorítmicos y de modelos de IA se articula con estructuras organizacionales complejas y con inversiones sostenidas en investigación y desarrollo. Estas prácticas incluyen la creación de aplicaciones generativas y analíticas propias, orientadas a tareas específicas como la optimización ambiental, la generación de variantes espaciales y la evaluación de desempeño proyectual (Bernstein, 2025; Campo, 2022; Campo & Leach, 2022; Leach, 2025).

Este escenario configura una frontera tecnológica que no se limita al uso de software comercial. Se trata de un ecosistema donde el diseño se integra con la computación como disciplina proyectual. La IA se inscribe como parte de un sistema productivo más amplio, que incluye ingenieros, programadores, científicos de datos y especialistas en simulación. La arquitectura, en este marco, se desplaza hacia un campo híbrido entre proyecto, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

Sin embargo, este modelo no puede ser extrapolado de forma automática a otros contextos. Su viabilidad depende de condiciones estructurales específicas. Entre ellas, el acceso a capital, la escala de los encargos, la estabilidad de la demanda y la disponibilidad de equipos especializados. La adopción de tecnologías avanzadas no es solo una decisión técnica. Es una decisión organizacional y económica.

El contexto brasileño presenta una configuración distinta. La estructura del mercado profesional está marcada por la predominancia de aproximadamente el 99% de pequeños y medianos estudios, así como de profesionales independientes (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, 2026). Incluye viviendas unifamiliares, edificios residenciales de baja altura, pequeños equipamientos comerciales, institucionales y de servicios, así como intervenciones de arquitectura de interiores (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018).

Esta asimetría tiene implicaciones directas sobre la adopción tecnológica. Los grandes estudios, aun siendo minoritarios, concentran una capacidad desproporcionada de inversión en licencias, capacitación y desarrollo interno. Los pequeños y medianos estudios, en cambio, operan bajo restricciones financieras más severas y con estructuras organizacionales reducidas. La curva de aprendizaje asociada a metodologías avanzadas se traduce en costos de oportunidad. El tiempo dedicado a capacitación es tiempo sustraído a la producción de proyectos y a la captación de clientes.

A estas barreras se suma la estructura de la demanda. La mayor parte de la producción arquitectónica cotidiana en Brasil se basa en tipologías y sistemas constructivos convencionales. Predominan la geometría euclidiana, el hormigón armado y la mampostería (Chaves et al., 2024; Peixoto, 2025). En este contexto, muchas de las ventajas asociadas a





procesos computacionales avanzados, como la generación de formas complejas o la optimización de sistemas no estandarizados, presentan una utilidad marginal reducida.

Desde esta perspectiva, la adopción tecnológica no puede ser explicada únicamente por la disponibilidad de herramientas. Debe ser entendida como una relación entre costos, competencias y expectativas de retorno. La ausencia de una demanda explícita por soluciones altamente parametrizadas o generadas por IA refuerza la permanencia en los estadios dos y tres (aunque parcial) de la taxonomía.

El análisis de la utilidad de la IA exige desplazar el foco desde la herramienta hacia la tarea. En el segmento profesional dominante en Brasil, las fases del proceso de proyecto se organizan de manera relativamente estable. Las normativas técnicas y urbanísticas definen tres grandes momentos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018).

El Estudio Preliminar concentra las decisiones más abiertas. Incluye el levantamiento de condiciones del lote, la lectura del entorno urbano, la definición del programa de necesidades, la organización espacial, los flujos y las primeras volumetrías. Es una fase caracterizada por alta incertidumbre y por la necesidad de evaluar múltiples alternativas.

El Proyecto Legal se orienta a la conformidad normativa. Su función principal es traducir la propuesta en un conjunto de documentos que cumplan con los requisitos municipales y con las normas técnicas. La creatividad proyectual se subordina a la verificación de parámetros como recuos, coeficientes de aprovechamiento, accesibilidad y códigos de edificación.

El Proyecto Ejecutivo se centra en la viabilidad constructiva. Incluye el detallamiento de sistemas estructurales, cerramientos, instalaciones y especificaciones técnicas. En esta fase, la tolerancia al error es mínima. La responsabilidad técnica del arquitecto se intensifica.

Cada una de estas etapas presenta demandas distintas en términos de información, precisión y control. En consecuencia, la utilidad potencial de la IA no es homogénea. Las herramientas que pueden ser valiosas en el Estudio Preliminar pueden resultar irrelevantes o incluso problemáticas en el Proyecto Ejecutivo.

A partir de este marco, es posible comenzar a construir una tipología funcional de herramientas de IA disponibles comercialmente para el público general de arquitectos. Estas categorías, que serán complementadas a lo largo de este artículo, no se organizan por tipo de software, sino por tipo de tarea y resultado proyectual.

Una primera categoría se orienta a la captura y modelación del entorno físico. Herramientas como PolyCam 3D permiten generar modelos tridimensionales mediante fotogrametría a partir de secuencias de imágenes o videos. Estos modelos incluyen geometría, texturas y colores, y pueden ser integrados en flujos de trabajo basados en plataformas BIM (Amorim et al., 2008; Hautequestt Filho & Achiamé, 2018).

Una segunda categoría está compuesta por modelos de lenguaje de gran escala. Los Large Language Models, como ChatGPT, interactúan con el usuario mediante lenguaje natural. Su función principal es generativa y analítica en el plano textual. Son utilizados para estructurar





programas de necesidades, compilar información normativa, sintetizar requisitos técnicos y organizar flujos de documentación (Bernstein, 2025; Campo, 2022; Chaillou, 2025; Leach, 2025).

Una tercera categoría se orienta a la generación de imágenes fotorrealistas. Estas herramientas emplean redes neuronales profundas para producir visualizaciones bidimensionales a partir de descripciones textuales o bocetos. Su utilidad es principalmente experimental. Apoyan procesos de ideación, comunicación con clientes y revisión estética. Sin embargo, no responden a restricciones programáticas, normativas o tectónicas. Su producción puede ser entendida como una forma de alucinación de máquina (Campo & Leach, 2022) – la ilusión de resolución técnica sin verificación material –, en tanto las imágenes no garantizan coherencia constructiva ni espacial.

Una cuarta categoría corresponde a la generación de disposiciones espaciales y volumetrías básicas. En este grupo se inscriben herramientas como GAN Unit y Snaptrude. Estas aplicaciones interpretan programas de necesidades, perímetros de lote y ciertas condiciones normativas para proponer distribuciones internas y configuraciones tridimensionales preliminares (Chaillou, 2025).

Snaptrude se destaca por integrar generación automática, análisis ambiental y organización programática. Un flujo que, a partir de un *prompt* inicial, investiga: el contexto del lote, considera parámetros normativos y climáticos, genera un programa de necesidades, calcula dimensiones, organiza sectores y ambientes y produce diagramas y volumetrías básicas, estructuradas en dos niveles de lectura (volúmenes por sectores y cajas ortogonales por ambientes) que facilitan la interpretación de adyacencias, distribución vertical y cálculo progresivo del área construida y del número de pavimentos.

El sistema permite edición posterior mediante un entorno compatible con archivos Excel, la modificación de áreas y posiciones, la preparación de vistas en planta, elevación y 3D y la exportación a Rhinoceros o Revit, aunque la interoperabilidad se limita a volúmenes genéricos identificables solo por atributos. Se apoya metodológicamente en un enfoque multiobjetivo basado en algoritmos evolutivos como el NSGA-II, que optimiza variables en conflicto (factor de forma, orientación, proporción de superficies enviadriadas y profundidad de planta).

Mediante métricas de desempeño lumínico como UDI y ASE, además de incorporar análisis de accesibilidad urbana, simulación de flujos y estimación de demandas por escenarios, Snaptrude se aproxima a una lógica de planificación performativa. No obstante, sus capacidades presentan límites claros, ya que no detalla soluciones tectónicas ni sistemas constructivos o instalaciones explícitas. No ofrece plena transparencia en los cálculos y métodos y mantiene una relación no plenamente paramétrica entre sectores y ambientes, de modo que la coherencia global del modelo depende de la verificación crítica y de ajustes manuales por parte del arquitecto.

El análisis de estas herramientas permite reintroducir el papel del tercer estadio de la taxonomía. La parametrización se basa en reglas operativas entre variables y valores. Se





materializa en entornos como Grasshopper para Rhinoceros o Dynamo para Revit. Estos sistemas permiten generar y modificar geometrías a partir de declaraciones algorítmicas. Integran revisiones sistemáticas y análisis de desempeño. Otorgan a la máquina un grado de autonomía sin recurrir necesariamente a modelos de IA (Oxman, 2017; Kolarevic, 2003; Kolarevic & Malkawi, 2005; Henriques et al., 2019).

En términos de costo-beneficio, plataformas como Rhinoceros se presentan como opciones atractivas para el contexto brasileño. Integran herramientas de programación visual con licencias menos onerosas y con un ecosistema de complementos gratuitos (Nemer & Klein, 2021). Su adopción permite explorar estudios de modularidad, variaciones geométricas y análisis ambientales en fases preliminares, sin depender de infraestructuras computacionales complejas.

Sin embargo, la adopción de estos entornos también enfrenta resistencias culturales y limitaciones de demanda. La fascinación inicial por las posibilidades generativas suele ser seguida por un abandono del entorno tecnológico cuando no se traduce en ventajas claras para la producción cotidiana (Campoy, 2023). En un mercado dominado por tipologías convencionales y por procesos de aprobación normativa estrictos, la utilidad marginal de la parametrización y de la IA se reduce.

A partir de este recorrido, se propone un modelo analítico centrado en la relación entre tareas del proceso de proyecto y categorías funcionales de herramientas de IA. La cuestión-guía se formula de manera precisa. ¿En qué medida y en qué fases del proceso de proyecto de pequeña y mediana escala la IA disponible comercialmente aporta ganancias reales de productividad o calidad en el contexto brasileño?

Este enfoque desplaza la discusión desde la fascinación tecnológica hacia la evaluación situada. Considera costos, curva de aprendizaje, riesgos de imprecisión y compatibilidad normativa y tectónica. La taxonomía de estadios se mantiene como marco interpretativo, pero la unidad de análisis pasa a ser la tarea concreta. El objetivo es identificar zonas de utilidad y zonas de prescindibilidad dentro de un campo profesional estructuralmente condicionado por demandas, recursos y responsabilidades técnicas.

Con este modelo, el desarrollo del artículo se orienta hacia la construcción de una matriz de decisión que articule fases del proyecto, categorías de herramientas y criterios de viabilidad. Esta matriz constituye la base para la presentación de resultados y para la discusión sobre la adopción crítica de la IA en la práctica arquitectónica brasileña.

3.METODOLOGÍA

Esta investigación se caracteriza como exploratoria y aplicada, orientada a la construcción de un marco analítico situado, replicable y útil para comprender la relación entre tareas del proceso proyectual y las capacidades de herramientas de IA accesibles al público general brasileño, con potencial de transferencia a contextos similares en América Latina (Lakatos & Marconi, 2019). La lógica metodológica se orienta por tareas, no por herramientas: el





criterio de pertinencia no es la novedad tecnológica, sino su capacidad de aportar valor verificable en fases específicas del proyecto de pequeña y mediana escala, conforme a los marcos normativos y procedimentales vigentes (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018).

La unidad de análisis se define como el conjunto de tareas y entregables típicos del Estudio Preliminar, Proyecto Legal y Proyecto Ejecutivo, aplicados al universo profesional dominante de pequeños y medianos estudios y de profesionales independientes, responsables de tipologías recurrentes como viviendas unifamiliares, edificios residenciales de baja altura, pequeños edificios comerciales, institucionales y de servicios, y arquitectura de interiores (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018). El diseño metodológico se organiza en cinco frentes articulados: revisión de literatura; levantamiento de herramientas accesibles al mercado general; pruebas empíricas orientadas por tareas; incorporación puntual de una entrevista profesional complementaria con la oficina Athie Wohnrath, seleccionada por su relevancia en el campo de la arquitectura corporativa y la construcción en São Paulo y por ofrecer un contrapunto organizacional útil para el análisis; y síntesis crítica mediante una matriz de decisión.

La revisión de literatura se estructura en tres ejes: taxonomías de desarrollo tecnológico en arquitectura y su traducción metodológica en el proceso proyectual (Bernstein, 2025; Chaillou, 2025; Oxman, 2017); reflexiones críticas sobre la IA y los riesgos de producción no verificable y de sustitución de la coherencia tectónica por la estética generativa (Campo, 2022; Campo & Leach, 2022; Oxman, 2009; Leach, 2025); y referencias normativas que definen tareas y entregables del proyecto (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018). Este marco se traduce en criterios operativos para clasificar herramientas por tipología funcional y accesibilidad económica, distinguiendo entre funciones disponibles en el acceso base y aquellas condicionadas por suscripción.

Las pruebas empíricas se realizan mediante guiones replicables que definen entradas mínimas –como datos del lote, tipología y restricciones normativas– y salidas esperadas –como listas de ambientes, diagramas de relaciones y volumetrías básicas–, permitiendo comparaciones cualitativas consistentes entre herramientas. Los criterios de evaluación se agrupan en cinco dimensiones: productividad, calidad proyectual, riesgo, viabilidad y alineación normativa y tectónica, con énfasis en la necesidad de verificación crítica y en la prevención de alucinaciones o imprecisiones técnicas (Campo & Leach, 2022; Oxman, 2009; Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018).

La síntesis se materializa en una matriz tarea–herramienta–fase como principal artefacto del estudio. Se reconocen limitaciones propias del enfoque exploratorio, como la rápida evolución tecnológica y la ausencia de estudios longitudinales en proyectos reales. La validez se busca mediante consistencia procedimental, criterios explícitos y triangulación entre literatura, normativas y pruebas operativas, manteniendo la transparencia del análisis y su adecuación a estándares de rigor académico (Lakatos & Marconi, 2019).





4.RESULTADOS

La aplicación del modelo analítico propuesto permite esbozar un diagnóstico por estadios del desarrollo tecnológico en el segmento profesional dominante en Brasil. Este diagnóstico no se presenta como medición estadística formal. Se fundamenta en triangulación entre literatura, normativas técnicas y pruebas empíricas orientadas por tareas. Bajo estos criterios, se observa una coexistencia predominante de los estadios dos y tres (parcialmente) en pequeños y medianos estudios y entre profesionales independientes.

El estadio dos, correspondiente al Diseño Asistido por Computadora y a la modelación directa, se manifiesta como base operativa consolidada. La producción bidimensional y la generación de modelos tridimensionales sin reglas paramétricas explícitas constituyen el núcleo metodológico de la documentación legal y ejecutiva. La estabilidad de este estadio se explica por su alineación con los sistemas constructivos predominantes y con los requisitos normativos de aprobación urbana (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018).

AutoCAD y SketchUp han estado profundamente integrados en los flujos de trabajo arquitectónicos brasileños (Costa et al., 2017; Nemer & Klein, 2021; Vidigal et al., 2024; Vilhena et al., 2022). Esta consolidación refleja un conocimiento sobre las operaciones y capacidades de estas herramientas, la demanda, la metodología de representación conocida (realizada a través de piezas gráficas bidimensionales) y los métodos conocidos de modelado tridimensional, en los cuales la computadora es un instrumento pasivo, reforzando una preferencia sobre los enfoques generativos.

Sin embargo, estas condiciones operacionales, de viabilidad y metodológicas no obstaculizan ni comprometen cualitativamente la práctica profesional, ni afectan los resultados. Tampoco es un problema técnico y material, ya que la mayor parte de la producción arquitectónica se lleva a cabo utilizando métodos de construcción convencionales (tectónicos) y geometría euclidiana.

El estadio tres, relativo a la parametrización, aparece de forma fragmentaria. Su uso se concentra en contextos académicos, en estudios específicos de desempeño o en oficinas con interés particular en exploración formal o analítica (Campoy, 2023). No se identifica como práctica dominante.

El estadio cuatro, vinculado a la IA generativa y analítica con autonomía parcial, se manifiesta principalmente como soporte periférico. Su presencia se concentra en tareas de apoyo, como organización de información, visualización preliminar y análisis contextual, más que en la generación directa de soluciones tectónicamente resueltas.

Este patrón refuerza la visión de que la adopción tecnológica se encuentra condicionada por la relación entre costo, curva de aprendizaje y demanda efectiva. La disponibilidad de herramientas de IA no se traduce automáticamente en su incorporación estructural al proceso proyectual cotidiano.





La evaluación empírica permitió organizar los resultados en cinco categorías funcionales. Cada una presenta patrones de utilidad y límites específicos en relación con las fases del proceso de proyecto.

4.1 Captura y modelación del entorno.

Herramientas basadas en fotogrametría, como PolyCam 3D, demostraron alta pertinencia en el Estudio Preliminar. La generación rápida de modelos tridimensionales del entorno inmediato facilita la lectura topográfica, la identificación de condicionantes físicos y la comunicación con clientes y equipos técnicos. La interoperabilidad con plataformas BIM amplía su utilidad en fases posteriores, aunque su precisión debe ser verificada cuando se aproxima a decisiones de implantación o de cota constructiva (Amorim et al., 2008; Hautequestt Filho & Achiamé, 2018).

4.2 Modelos de lenguaje de gran escala.

Los LLMs mostraron utilidad transversal, con mayor impacto en las fases iniciales. Su capacidad para estructurar programas de necesidades, sintetizar información normativa y generar listas de verificación agiliza tareas administrativas y conceptuales. Sin embargo, se identificó un riesgo recurrente de imprecisión. La producción textual puede presentar inconsistencias o referencias no verificables. En consecuencia, su uso requiere validación sistemática por parte del arquitecto (Bernstein, 2025; Campo, 2022; Chaillou, 2025; Leach, 2025).

4.3 Generación de imágenes fotorrealistas.

Las herramientas de visualización se mostraron eficaces como soporte de comunicación y de ideación estética. Facilitan la exploración rápida de atmósferas, materialidades y composiciones volumétricas. No obstante, su desconexión con restricciones programáticas, normativas y tectónicas limita su valor más allá de la fase conceptual. Los resultados tienden a privilegiar coherencia visual sobre viabilidad técnica, lo que refuerza la necesidad de una lectura crítica posterior (Campo & Leach, 2022).

4.4 Generación de disposiciones espaciales y volumetrías.

Herramientas como GAN Unit y Snaptrude permitieron generar distribuciones preliminares a partir de programas de necesidades y perímetros de lote. Su aporte principal se concentra en la organización inicial de sectores y en la estimación de áreas. La utilidad se manifiesta en la reducción del tiempo de arranque del proyecto. Sin embargo, la coherencia espacial y la calidad de las adyacencias requieren ajustes manuales. La automatización no sustituye la evaluación proyectual.

4.5 Análisis ambiental y urbano.

Plataformas de análisis, como los módulos analíticos de Snaptrude y Forma Autodesk, mostraron capacidad para integrar datos georreferenciados, evaluar insolación y estimar desempeño energético preliminar. Su aporte es relevante en el Estudio Preliminar, donde la





incorporación temprana de criterios ambientales puede orientar decisiones de implantación y volumetría. En proyectos de pequeña escala, sin embargo, su relación costo-beneficio se presenta ambigua. Muchas de las conclusiones pueden ser obtenidas por arquitectos experimentados mediante métodos convencionales.

La aplicación de Snaptrude en tareas prototípicas de Estudio Preliminar evidenció un conjunto de ventajas operativas. El sistema genera rápidamente un programa de necesidades detallado. Organiza sectores. Calcula áreas individuales y totales. Propone la cantidad de pavimentos. Produce volumetrías básicas por sectores y por ambientes. Esta doble lectura facilita la interpretación espacial y la comunicación del esquema general.

El uso de un editor basado en hojas de cálculo permitió modificar áreas y cantidades de ambientes de manera accesible. La actualización de volúmenes individuales respondió a los cambios en el programa. Sin embargo, se observó una desconexión parcial entre niveles de representación. Las modificaciones en ambientes no se propagaron de forma consistente a los volúmenes de sectores, y viceversa. Esta limitación indica la ausencia de una parametrización relacional completa entre escalas de organización espacial.

En términos analíticos, Snaptrude incorporó procedimientos multiobjetivo basados en métricas de desempeño lumínico y térmico. La optimización por fronteras de Pareto permitió generar alternativas que equilibran factores de forma, orientación y proporción de superficies envidriadas. Estos resultados se mostraron particularmente útiles para orientar decisiones iniciales de implantación y volumetría.

No obstante, se identificaron límites estructurales. El sistema no produjo soluciones tectónicas explícitas. No generó cerramientos detallados, sistemas estructurales o disposiciones de instalaciones. La información técnica se mantuvo implícita en las áreas y en la volumetría genérica. La verificación de los cálculos internos no fue transparente para el usuario. La confianza en el proceso algorítmico se volvió un requisito operativo.

Desde el punto de vista de interoperabilidad, la exportación a plataformas como Rhinoceros y Revit se realizó mediante volúmenes sin rotulación directa. La identificación de ambientes dependió de la consulta a los atributos del objeto. Esta condición limita la continuidad fluida hacia fases de documentación legal o ejecutiva.

Por otro lado, la construcción de la matriz de decisión permitió identificar patrones de utilidad y de prescindibilidad. En el Estudio Preliminar, se observó una alta adherencia entre tareas de organización programática, lectura de contexto y exploración volumétrica con herramientas de captura, LLMs y plataformas generativas como Snaptrude. La productividad aumentó. La iteratividad se amplió. El riesgo técnico se mantuvo bajo en razón del carácter preliminar de las decisiones.

En el Proyecto Legal, la utilidad se desplazó hacia los LLMs y hacia herramientas de organización de información. La generación de listas de verificación normativa y la síntesis de requisitos urbanos aportaron eficiencia administrativa. Las herramientas generativas espaciales mostraron baja pertinencia. Su producción no se tradujo directamente en





documentación conforme a los códigos y formatos exigidos por las autoridades municipales (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017; Prefeitura de São Paulo, 2018).

Un dato cualitativo adicional, obtenido mediante entrevista con la oficina Athie Wohnrath, refuerza este patrón. En ese contexto, los usos actuales de la IA se concentran en la organización documental, en la gestión de rutinas internas y en el soporte a bases normativas y procesos de legalización, más que en la resolución directa del proyecto ejecutivo. Esta evidencia complementaria sugiere que la utilidad efectiva de la IA emerge inicialmente en tareas de apoyo informacional, coordinación y gestión, confirmando la baja incidencia actual de estas herramientas en la definición tectónica detallada. La oficina también proyecta ampliar el uso de la IA hacia la integración con flujos de trabajo BIM y hacia procesos de planificación de obra, análisis de costos, compras y toma de decisiones basada en datos, aunque estas aplicaciones aún no se encuentran implementadas. Esta observación no posee carácter estadístico ni deriva de un procedimiento de muestreo; se trata, más bien, de una aproximación empírica y análoga al contexto profesional identificado en el presente estudio.

En el Proyecto Ejecutivo, la matriz reveló una zona amplia de prescindibilidad. Las tareas de compatibilización, detallamiento y especificación técnica no encontraron soporte efectivo en herramientas de IA comercial. La responsabilidad técnica y la necesidad de control preciso limitaron la delegación de decisiones a procesos automatizados. Los LLMs se mantuvieron como apoyo periférico para organización de información y generación de checklists, sin incidencia directa en la definición constructiva (Oxman, 2009; Campo & Leach, 2022).

En términos de costos y de aprendizaje, el análisis transversal de los criterios de evaluación permitió identificar un patrón recurrente. Las herramientas con mayor grado de automatización y análisis integrado presentan costos más elevados y curvas de aprendizaje más pronunciadas. Este patrón reduce su viabilidad para pequeños y medianos estudios.

Las herramientas de bajo costo o de acceso gratuito, como los LLMs y algunas plataformas de captura, mostraron alta adopción potencial. Su integración en el flujo de trabajo cotidiano se produce con menor fricción. Sin embargo, su impacto se concentra en tareas de apoyo y no en la generación directa de soluciones proyectuales completas.

El riesgo se distribuye de manera inversa a la responsabilidad técnica. En fases preliminares, el riesgo asociado a imprecisiones o alucinaciones (Campo & Leach, 2022) se mantiene controlable. En fases ejecutivas, el mismo riesgo se torna inaceptable. Esta asimetría refuerza la conclusión de que la utilidad de la IA comercial en el contexto brasileño es localizada y dependiente de la fase del proceso.

Como síntesis, se nota que la IA disponible comercialmente aporta beneficios concretos en tareas de organización programática, lectura contextual y análisis ambiental preliminar. Estas contribuciones se concentran en el Estudio Preliminar y, en menor medida, en el soporte administrativo del Proyecto Legal. En el Proyecto Ejecutivo, su utilidad se mantiene marginal.

La adopción estructural del estadio cuatro de la taxonomía no se identifica como práctica dominante en el segmento profesional analizado. La relación entre costo, curva de



aprendizaje y demanda efectiva condiciona la permanencia en estadios dos y tres. La IA se incorpora como apoyo periférico, no como núcleo metodológico del proceso proyectual cotidiano.

Este patrón configura el punto de partida para la discusión crítica. La cuestión deja de ser si la IA es técnicamente capaz de generar arquitectura. Pasa a ser en qué condiciones sociales, económicas y normativas su adopción se vuelve pertinente para un campo profesional mayoritariamente orientado por tipologías, sistemas constructivos y marcos regulatorios convencionales.

4.6 Síntesis de la Evaluación Empírica: Matriz de Decisión

Con base en la evaluación técnica de las categorías funcionales analizadas anteriormente, se sistematizan los hallazgos mediante una matriz de decisión. Esto permite contrastar el desempeño de las herramientas de IA frente a las cinco dimensiones operativas definidas en la metodología, ofreciendo una visión integral de su pertinencia en el mercado profesional brasileño.

Tabla 1 Matriz de decisión: Evaluación multidimensional de herramientas de IA por categorías funcionales.

Categoría Funcional	Fase de Aplicación Predominante	Productividad	Calidad Proyectual	Riesgo Técnico	Viabilidad Económica	Alineación Normativa
4.1 Captura y Modelación	Estudio Preliminar	Alta	Alta	Bajo	Alta	Media
4.2 Modelos de Lenguaje	Transversal / Admin.	Muy Alta	Media	Alto	Muy Alta	Baja
4.3 Gen. de Imágenes	Concepto / Ideación	Media	Alta	Medio	Alta	Nula
4.4 Disposiciones Espaciales	Estudio Preliminar	Alta	Media	Medio	Media	Media
4.5 Análisis Ambiental	Estudio Preliminar	Media	Media	Bajo	Baja	Media

Nota: La valoración de "Riesgo Técnico" en Modelos de Lenguaje (4.2) se asocia a la persistencia de alucinaciones normativas. La "Viabilidad Económica" en Análisis Ambiental (4.5) refleja la alta relación costo-aprendizaje para oficinas de pequeña escala. **Fuente:** Elaboración propia.

La matriz revela una asimetría crítica en la utilidad de la Inteligencia Artificial comercial: mientras que la productividad y la viabilidad económica son excepcionalmente altas en tareas de apoyo informacional (LLMs y Captura), la alineación normativa y la certidumbre técnica decrecen significativamente en las fases que exigen responsabilidad legal y definición



tectónica. Este fenómeno explica por qué, en el contexto brasileño analizado, la IA se posiciona actualmente como una herramienta de soporte periférico y no como un núcleo sustitutivo del proceso de diseño. La prevalencia de riesgos altos en la precisión de los datos y la nulidad de criterios normativos automatizados reafirman que la supervisión del arquitecto no solo es necesaria, sino que constituye el único filtro de viabilidad para la práctica profesional bajo los marcos regulatorios vigentes.

5.DISCUSIÓN

Los resultados permiten desplazar la discusión desde una evaluación genérica de la Inteligencia Artificial hacia una comprensión situada de su utilidad. En el segmento profesional dominante en Brasil, la IA disponible comercialmente no opera como sustituto del proceso proyectual. Opera como catalizador parcial del proceso proyectual. Su mayor contribución se localiza en tareas que demandan organización de información, exploración rápida de alternativas y lectura preliminar del contexto.

En el Estudio Preliminar, herramientas como los modelos de lenguaje y plataformas de generación volumétrica muestran capacidad para ampliar la iteratividad. La producción de programas de necesidades, la organización de sectores y la generación de esquemas volumétricos iniciales reducen el tiempo de arranque del proyecto. Este efecto no debe ser interpretado como una mejora directa de la calidad arquitectónica. Debe entenderse como una ampliación del espacio de exploración. La calidad emerge, en última instancia, de la evaluación crítica posterior.

Este patrón confirma la condición de la IA como soporte cognitivo y no como instancia proyectual autónoma en sentido estricto. La máquina organiza, sugiere y evalúa bajo criterios programados. La decisión permanece en el arquitecto. Esta relación es coherente con la concepción de la IA como paradigma que reconfigura la mediación entre sujeto, herramienta y entorno, sin anular la agencia humana (Bernstein, 2025; Chaillou, 2025).

Las zonas de prescindibilidad identificadas en el Proyecto Ejecutivo revelan un límite estructural. La arquitectura, en su dimensión tectónica, permanece anclada en la responsabilidad técnica. La definición de sistemas constructivos, la compatibilización de instalaciones y la producción de detalles ejecutivos exigen un nivel de control y de trazabilidad que las herramientas de IA comercialmente disponibles no ofrecen de manera transparente.

La opacidad algorítmica se convierte en un problema metodológico. En plataformas generativas y de análisis multiobjetivo, como Snaptrude, el usuario recibe resultados sin acceso pleno a los procesos internos de cálculo. La confianza en la máquina se transforma





en un requisito implícito. Este rasgo es aceptable en fases exploratorias. Se vuelve crítico en fases de decisión técnica.

Desde una perspectiva teórica, esta condición refuerza la distinción entre coherencia visual y coherencia tectónica. Las imágenes y las volumetrías generadas pueden presentar consistencia formal. No garantizan consistencia constructiva.

Este límite no es simplemente técnico, más normativo y ético (Coeckelbergh, 2024). En contextos donde la responsabilidad profesional está claramente definida, la delegación de decisiones a sistemas no auditables introduce riesgos jurídicos y de seguridad. La IA, en este marco, no puede ser tratada como autor. Debe ser tratada como instrumento avanzado de apoyo.

La adopción tecnológica se revela como una relación triangular entre costo, curva de aprendizaje y demanda efectiva. Las herramientas que integran análisis ambiental, generación volumétrica y automatización programática tienden a presentar modelos de suscripción elevados y entornos de operación complejos. Su adopción exige tiempo de capacitación y estabilidad financiera.

En pequeños y medianos estudios, se confirma que esta combinación actúa como barrera. La inversión en aprendizaje compite con la necesidad de mantener una producción continua. La ausencia de una demanda explícita por soluciones altamente automatizadas reduce el incentivo para sostener procesos de formación en herramientas avanzadas.

Este patrón ayuda a explicar la permanencia predominante en los estadios dos y tres (parcial) de la taxonomía. La parametrización y la IA avanzada (no solamente enfocada en el programa de necesidades) no son rechazadas por principio. Son evaluadas en función de su utilidad marginal. Cuando los sistemas constructivos son convencionales y los marcos normativos son estrictos, la ganancia proyectual de metodologías avanzadas se reduce. La racionalidad económica se impone sobre la fascinación tecnológica.

La discusión sobre la IA reintroduce la relevancia del tercer estadio. La parametrización se presenta como una zona intermedia entre el CAD y la IA. En entornos como Grasshopper o Dynamo, el arquitecto establece reglas explícitas. Define dependencias. Genera familias de soluciones. Este proceso mantiene la trazabilidad del razonamiento proyectual.

Desde el punto de vista metodológico, esta característica ofrece una ventaja. La lógica algorítmica es legible. Las decisiones pueden ser auditadas. La forma no surge de un modelo opaco entrenado con datos externos, sino de un conjunto de relaciones definidas por el proyectista (Oxman, 2017; Kolarevic, 2003; Kolarevic & Malkawi, 2005).

En el contexto brasileño, esta condición se traduce en una relación costo-beneficio más equilibrada. Plataformas como Rhinoceros, con licencias menos onerosas (cuando se comparan con AutoCAD) y ecosistemas de complementos accesibles, permiten explorar análisis ambientales y variaciones geométricas sin depender de infraestructuras complejas (Nemer & Klein, 2021). La parametrización se configura, así, como una vía de incorporación gradual de lógicas computacionales avanzadas sin ruptura radical con las prácticas existentes.





No obstante, esta continuidad metodológica también enfrenta resistencias culturales. La adopción de programación visual exige una transformación en la formación profesional. La transición de la manipulación directa de la forma hacia la definición de reglas abstractas no es trivial. La experiencia empírica indica que el interés inicial puede ser seguido por abandono cuando la utilidad práctica no se traduce en beneficios inmediatos (Campoy, 2023).

Los resultados sugieren que la cuestión de la IA en arquitectura no es exclusivamente tecnológica o financiera. Es principalmente pedagógica. La formación profesional tiende a enfatizar la representación y la resolución formal. Las competencias en análisis de datos, pensamiento algorítmico y evaluación crítica de sistemas automatizados permanecen marginales.

En este escenario, los modelos de lenguaje emergen como puerta de entrada. Su interfaz basada en lenguaje natural reduce la barrera técnica. Facilita la interacción con marcos normativos, con referencias técnicas y con procedimientos administrativos. Esta accesibilidad, sin embargo, puede ocultar la necesidad de verificación crítica. La facilidad de uso no elimina la posibilidad de error.

Desde una perspectiva ética, esta condición refuerza la responsabilidad del arquitecto como mediador. La IA puede democratizar el acceso a información. Puede acelerar procesos. No puede sustituir la interpretación situada de contextos sociales, culturales y materiales. La formación debe, por lo tanto, integrar competencias de lectura crítica de resultados automatizados y de comprensión de los límites de la máquina (Bernstein, 2025; Coeckelbergh, 2024).

En términos urbanos, esta condición tiene implicaciones más amplias. La mayor parte de la morfología cotidiana de las ciudades brasileñas es producida por pequeños y medianos estudios. La incorporación de herramientas que mejoren la lectura contextual, la organización programática y la evaluación ambiental preliminar puede generar efectos acumulativos sobre la calidad urbana, aun sin recurrir a metodologías avanzadas de diseño generativo.

Esta perspectiva permite reinterpretar la IA como infraestructura blanda. No como motor de formas icónicas. Sino como soporte distribuido para decisiones cotidianas. En este sentido, la tecnología se inscribe en una lógica de descentralización de capacidades, más que en una concentración de autoría en grandes oficinas o en plataformas propietarias.

Desde un punto de vista teórico, la discusión confirma la pertinencia de la taxonomía de estadios como marco interpretativo, pero cuestiona su lectura lineal. El tránsito hacia el cuarto estadio no se presenta como una meta universal. Se presenta como una posibilidad condicionada por contexto, demanda y responsabilidad técnica.

La principal contribución del estudio reside en la reorientación del análisis hacia la tarea. Al construir una matriz que articula fases del proceso, categorías de herramientas y criterios de viabilidad, se ofrece un instrumento replicable. Este instrumento permite a otros investigadores y profesionales evaluar su propio contexto sin asumir la IA como un bloque homogéneo.





Este enfoque también dialoga con la crítica contemporánea a la fetichización de la tecnología. La IA, en este marco, no es tratada como solución en sí misma. Es tratada como elemento dentro de un sistema socio-técnico más amplio, donde normas, mercados, formación y cultura profesional desempeñan un papel determinante (Bernstein, 2025; Campo, 2022).

La discusión reconoce sus propios límites. La evaluación se basa en tareas prototípicas y en herramientas específicas disponibles (sin agotar todas las posibilidades) en un horizonte temporal determinado. La rápida evolución del ecosistema tecnológico puede alterar los patrones observados. Sin embargo, las variables estructurales identificadas (costo, curva de aprendizaje, demanda y responsabilidad técnica) tienden a presentar mayor estabilidad.

En este sentido, la discusión no propone una conclusión definitiva sobre la relación entre arquitectura e IA en Brasil. Propone un marco de lectura. Un marco que permite distinguir entre entusiasmo tecnológico y adopción situada. Entre potencial técnico y viabilidad profesional. Entre automatización y agencia profesional.

6. CONCLUSIONES

Este estudio se propuso analizar la relación entre la Inteligencia Artificial disponible comercialmente y el proceso de proyecto arquitectónico en el contexto dominante de pequeños y medianos estudios y profesionales independientes en Brasil. A partir de una taxonomía de estadios de desarrollo tecnológico y de un enfoque metodológico orientado por tareas, se buscó desplazar la discusión desde la capacidad abstracta de la máquina hacia su utilidad situada en fases concretas del trabajo proyectual.

Los resultados indican que la adopción estructural del estadio cuatro, asociado a la IA generativa y analítica con autonomía parcial, no se configura como práctica dominante en el segmento profesional analizado. La mayor parte de los flujos de trabajo permanece anclada en los estadios dos y tres (parcialmente), correspondientes al Diseño Asistido por Computadora y a la parametrización fragmentaria. La IA se incorpora principalmente como soporte periférico, con incidencia más clara en la fase de Estudio Preliminar y en tareas administrativas y conceptuales del Proyecto Legal.

En términos operativos, se identificaron zonas de utilidad concreta. La organización de programas de necesidades, la lectura contextual mediante captura digital del entorno y la exploración volumétrica inicial muestran ganancias de productividad e iteratividad. En contraste, las tareas asociadas al Proyecto Ejecutivo, como la definición tectónica, la compatibilización de sistemas y la especificación técnica, permanecen fuera del alcance efectivo de las herramientas de IA comercial, debido a la necesidad de trazabilidad, verificación y responsabilidad técnica directa.

Desde una perspectiva interpretativa, estos hallazgos refuerzan la importancia de variables estructurales como costo, curva de aprendizaje y demanda efectiva en la adopción tecnológica. La disponibilidad de herramientas avanzadas no se traduce automáticamente en su incorporación metodológica. La racionalidad económica y la estabilidad de tipologías y





sistemas constructivos convencionales condicionan el valor marginal de la automatización y de los procesos generativos en la práctica cotidiana.

La principal contribución del estudio reside en la construcción de una matriz tarea–herramienta–fase como instrumento analítico y operativo. Esta matriz permite evaluar de manera situada la pertinencia de distintas categorías de IA en relación con las exigencias de cada etapa del proceso proyectual. Su carácter replicable ofrece un marco para futuras investigaciones y para la toma de decisiones en contextos profesionales diversos, sin asumir la IA como un bloque homogéneo o como una solución universal.

Se reconocen, no obstante, las limitaciones del enfoque adoptado. Además de lo señalado anteriormente, la rápida evolución del ecosistema tecnológico puede modificar patrones de utilidad y viabilidad en plazos relativamente cortos. Asimismo, el estudio no incorporó mediciones empíricas de adopción a gran escala en el mercado profesional, lo que restringe el alcance de sus inferencias.

Como proyección de investigación, se sugiere la incorporación de estudios de caso longitudinales en pequeños y medianos estudios de arquitectura, con seguimiento de proyectos completos desde el Estudio Preliminar hasta la fase ejecutiva. Asimismo, se propone explorar el uso de herramientas de IA en procesos participativos con clientes y usuarios, así como la integración de tecnologías de Realidad Virtual y Realidad Aumentada para la validación espacial y la comunicación de propuestas.

En síntesis, la IA, en el contexto brasileño analizado, no se configura como punto central de la práctica arquitectónica cotidiana. Se presenta, más bien, como una infraestructura de apoyo distribuida, capaz de ampliar la capacidad de exploración y de organización informacional en fases iniciales del proyecto. Su adopción crítica y situada depende menos de su potencia técnica que de las condiciones sociales, económicas y normativas que estructuran la agencia profesional en la producción del espacio construido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, A. L., Groetelaars, N. J., & Lins, E. A. (2008). Um centro de documentação do patrimônio arquitetônico. *Fórum do Patrimônio*, 2(1).
https://www.researchgate.net/publication/267949968_UM_CENTRO_DE_DOCUMENTACAO_DO_PATRIMONIO_ARQUITETONICO
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2017). *NBR 16636-1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 2: Projeto arquitetônico*. ABNT.
<https://www.abntcatalogo.com.br/>
- Batista, D. S. (2024). *Inteligência artificial (IA), design e arquitetura*. Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. <https://caubr.gov.br/artigo-inteligencia-artificial-ia-design-e-arquitetura/>
- Bernstein, P. (2025). *Machine learning: Architecture in the age of artificial intelligence*. RIBA Publishing.
- Campo, M. (2022). *Neural architecture: Design and artificial intelligence*. ORO Editions.





- Campo, M., & Leach, N. (2022). Machine hallucinations: Architecture and artificial intelligence. *Architectural Design*, 92(3). <https://doi.org/10.1002/ad.2807>
- Campoy, C. Q. (2023). *Projetar arquitetura: Um estudo de morfogênese digital* (Tese de doutorado). Universidade São Judas Tadeu, Repositório Ânima Educação. <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/3b31e95b-a4a1-4293-849a-7b2838458087/download>
- Chaillou, S. (2025). *Artificial intelligence and architecture: From research to practice* (2nd ed., updated and expanded). Birkhäuser.
- Chaves, T. S., Rosas, L. R. B., & Botin, A. A. (2024). Análise comparativa de custos entre o método Light Steel Frame e concreto armado. *Revista Arq-Engenharia de Mato Grosso*, 3(1), 143–154. <https://revistas.fasipe.com.br/index.php/rae-mt/article/view/370>
- Coeckelbergh, M. (2024). *Ética na inteligência artificial*. Ubu Editora.
- Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. (2026). *Ache um arquiteto e urbanista*. CAU-BR. <https://acheumarquiteto.caubr.gov.br/>
- Costa, T. F., Lima, D. F., & Sousa Junior, A. M. (2017). Avaliação da usabilidade de sistema no modo clássico e drafting and annotation do AutoCAD 2014. *Holos*, (2). <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554847011.pdf>
- Grunow, E. (2023). *Pitá*. Projeto, Perfis. <https://revistaprojeto.com.br/acervo/perfis/pita/>
- Hautequestt Filho, G. C., & Achiamé, G. G. (2018). Diretrizes para representação gráfica de mapa de riscos. In *Proceedings of the 6th Conference on Building Pathology and Rehabilitation (PATORREB 2018)*. <https://mapadedanos-restauro.blogspot.com/>
- Henriques, G. C., Bueno, E., Lenz, D., & Sardenberg, V. (2019). Generative systems: Intertwining physical, digital and biological processes, a case study. In *Proceedings of the 37th Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe and XXIII Iberoamerican Society of Digital Graphics Joint Conference* (Vol. 1, pp. 25–34). Editora Blucher. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_100
- Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the digital age: Design and manufacturing*. Spon Press.
- Kolarevic, B., & Malkawi, A. (2005). *Performative architecture: Beyond*. Routledge.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. D. A. (2019). *Fundamentos de metodologia científica*. Atlas.
- Leach, N. (2025). *Architecture in the age of artificial intelligence: An introduction to AI for architects*. Bloomsbury Academic.
- Nemer, L., & Klein, I. (2021). Rhinoceros 3D e Grasshopper: As apropriações da modelagem e da programação no desenho urbano para habitação social – Uma experiência didático-pedagógica. *Revista Brasileira de Expressão Gráfica*, 9(1), 69–85. <https://www.rbeg.net/index.php/rbeg/article/view/109/196>
- Oxman, R. (2009). Digital tectonics as a morphogenetic process. In *Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2009* (pp. 938–948). https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6959/PAP_OXMAN_938.pdf
- Oxman, R. (2017). Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. *Design Studies*, 52, 4–39. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X17300431>
- Peixoto, A. C. M. (2025). *Análise comparativa de custos entre edificação a ser executada em alienaria estrutural ou em concreto armado convencional em construção na cidade de Mata* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Santa Maria, Repositório Institucional. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/33938>
- Prefeitura de São Paulo. (2018). *Código de obras ilustrado*. https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/codigo_de_obras_ilustrado.pdf
- Quaroni, L. (1987). *Progettare un edificio: Otto lezioni di architettura*. Laterza.





Redação CAU/SP. (2024). *Câmara temática do CAU/SP para inteligência artificial avalia impactos de tecnologias para arquitetura e urbanismo*. Conselho de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. <https://causp.gov.br/camara-tematica-do-cau-sp-para-inteligencia-artificial-avalia-impactos-de-tecnologias-para-arquitetura-e-urbanismo/>

Vidigal, M. J. M., Baracho, R. M. A., Porto, M. F., & da Silva Santiago, L. G. (2024). Explorando os avanços tecnológicos no ensino de arquitetura e urbanismo. *Caderno Pedagógico*, 21(12), e10769. <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/10769/6092>

Vilhena, J. E. D. S., Junior, J. S. F., Moraes, B. B. D., Camelo, W. G., & Santiago, P. H. O. (2022). A utilização do programa AutoCAD na construção civil. In *I Congresso Nacional On-line de Licenciaturas e Pesquisas Acadêmicas (CONLINPS)*. <https://doi.org/10.51189/conlinps/7681>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.

© 2026 por los Autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0. (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

