EVENTO ON-LINE

ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

02 a 04 de dezembro de 2026

Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

FRAMEWORK DE DECISÃO APOIADO POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA VIABILIDADE DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS VERTICAIS

Filipe Naves Araújo
Solange da Silva
Marta Pereira da Luz

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial e Inteligência Artificial - Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)

Resumo: A avaliação preliminar de empreendimentos imobiliários envolve condicionantes técnicas, urbanísticas, territoriais, mercadológicas e econômico-financeiras que frequentemente são analisadas de forma fragmentada. Este artigo propõe um framework de decisão apoiado por inteligência artificial (IA) para integrar essas dimensões sem transferir ao algoritmo a responsabilidade pela decisão. A pesquisa possui natureza aplicada, exploratória e descritiva e combina análise bibliométrica, síntese temática e desenvolvimento conceitual. A base de evidências compreendeu 113 publicações selecionadas após triagem documental. Os resultados indicaram predomínio de aprendizado de máquina, sistemas de informação geográfica e avaliação automatizada de imóveis, enquanto apenas sete estudos (6,2%) abordaram diretamente viabilidade ou desenvolvimento imobiliário. Nenhum integrou, em uma estrutura rastreável, capacidade construtiva, produto, demanda, custos, cronograma, financiamento, fluxo de caixa, risco e retorno. Em resposta, o framework organiza o processo em quatro camadas: evidências multidimensionais; funções analíticas delimitadas; integração de premissas, indicadores e cenários por um sistema de suporte à decisão; e interpretação pelo especialista. A IA é destinada a tarefas específicas, como estimativas de mercado, identificação de variáveis relevantes e classificação de cenários. A contribuição consiste em uma arquitetura transparente para comparar alternativas de desenvolvimento, explicitar incertezas e preservar o julgamento profissional. A validação empírica será realizada posteriormente por meio da reconstrução retrospectiva de casos históricos de empreendimentos verticais em Goiânia.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Sistemas de suporte à decisão, Desenvolvimento imobiliário, Viabilidade, Processo decisório.

AI-SUPPORTED DECISION FRAMEWORK FOR INTEGRATED FEASIBILITY ASSESSMENT OF VERTICAL REAL ESTATE DEVELOPMENTS

Abstract: Preliminary real estate development assessment involves technical, urban-regulatory, territorial, market, and economic-financial conditions that are often examined separately. This paper proposes an artificial intelligence (AI)-supported decision framework that integrates these dimensions without transferring decision responsibility to the algorithm. The applied, exploratory, and descriptive study combines bibliometric analysis, thematic synthesis, and conceptual framework development. The evidence base comprised 113 publications retained after document screening. Results showed a predominance of machine learning, geographic information systems, and automated valuation, whereas only seven studies (6.2%) directly addressed real estate feasibility or development. None integrated buildable capacity, product definition, demand, costs, schedules, financing, cash flow, risk, and return within a traceable structure. The proposed framework therefore organizes decision support into four layers: multidimensional evidence; bounded analytical functions; integration of assumptions, indicators, and scenarios through a decision support system; and specialist interpretation. AI is assigned to specific tasks, including market estimation, variable relevance analysis, and scenario classification. The contribution is a transparent architecture for comparing development alternatives, making uncertainty explicit, and preserving professional judgment. Empirical validation will subsequently be conducted through the retrospective reconstruction of historical vertical development cases in Goiânia, Brazil.

Keywords: Artificial intelligence, Decision support systems, Real estate development, Feasibility, Decision-making.

1. Introdução

A transformação digital do setor imobiliário ampliou a disponibilidade de dados sobre imóveis, transações, infraestrutura urbana, localização e comportamento de mercado. Nesse contexto, técnicas de inteligência artificial (IA) vêm sendo utilizadas para avaliação automatizada, previsão de preços, segmentação, análise espacial e comparação de alternativas de investimento. A produção científica sobre o tema cresceu de forma acentuada a partir de 2018, acompanhando a disseminação do aprendizado de máquina, do aprendizado profundo e das análises geoespaciais (SEGURA DE LA CAL et al., 2025). Revisões recentes confirmam essa expansão, mas também mostram concentração em tarefas analíticas específicas (CHOY; HO, 2023; EL JAOUHARI et al., 2024; WANG et al., 2026).

A decisão de desenvolver um empreendimento, entretanto, não se limita à previsão do preço das unidades. Antes da aquisição do terreno, da definição final do produto e do comprometimento de capital, é necessário determinar o que pode ser construído, se o produto é compatível com a demanda, quanto capital será necessário e se o retorno esperado compensa os riscos. A análise reúne simultaneamente normas urbanísticas, características territoriais, infraestrutura, público-alvo, concorrência, preços, velocidade de vendas, custos, cronograma, financiamento, fluxo de caixa e indicadores de retorno. Trata-se, portanto, de um processo decisório multidimensional.

A IA pode produzir evidências relevantes para partes desse processo. Modelos de aprendizado de máquina estimam preços e reconhecem padrões de mercado; sistemas de informação geográfica (SIG) representam acessibilidade, infraestrutura e restrições espaciais; métodos explicáveis identificam como as variáveis influenciam os resultados (RAFIEI; ADELI, 2016; TCHUENTE, 2026). Ainda assim, maior precisão preditiva não garante utilidade para a decisão de desenvolvimento. Os modelos também precisam ser avaliados quanto à adequação dos dados, coerência do raciocínio, interpretabilidade e utilidade prática (ROOT et al., 2023).

Os sistemas de suporte à decisão (SSD) oferecem uma estrutura mais ampla para combinar dados, modelos, critérios e cenários. Diferentemente de um algoritmo isolado, um SSD pode organizar premissas, registrar fontes, comparar alternativas e apoiar a

interpretação dos resultados. Estudos em planejamento urbano e requalificação demonstram que análise espacial, métodos multicritério e modelagem de cenários podem produzir decisões mais estruturadas e transparentes (LOMBARDI; FERRETTI, 2015; ANELLI; TAJANI, 2023; WANG; REN, 2025). Contudo, essas aplicações permanecem concentradas em partes do processo, como risco territorial, uso do solo ou adequação locacional.

Uma análise bibliométrica e temática de 113 publicações, conduzida como etapa inicial desta pesquisa, confirmou o predomínio de aprendizado de máquina, SIG, avaliação automatizada e previsão de preços. Apenas cinco estudos tinham a viabilidade imobiliária como tema principal e dois tratavam diretamente do desenvolvimento imobiliário. Em conjunto, representaram sete publicações, ou 6,2% da amostra. Mesmo entre elas, não foi identificada uma abordagem que integrasse capacidade construtiva, produto, demanda, custos, cronograma, financiamento, fluxo de caixa, riscos e retorno em um processo comum e rastreável.

Diante dessa lacuna, o objetivo deste artigo é propor um framework de decisão apoiado por IA para a avaliação preliminar integrada da viabilidade de empreendimentos imobiliários verticais. A contribuição não consiste em substituir o especialista ou criar um índice universal de viabilidade, mas em definir como evidências multidimensionais, funções analíticas, cenários e julgamento profissional podem operar de forma coordenada. Após esta introdução, a Seção 2 apresenta a fundamentação e a lacuna; a Seção 3 descreve o método; a Seção 4 detalha o framework e seu protocolo de avaliação; a Seção 5 discute implicações e limitações; e a Seção 6 reúne as conclusões.

2. Fundamentação teórica

2.1 Inteligência artificial e sistemas de suporte à decisão no setor imobiliário

IA corresponde ao campo dedicado à construção de sistemas capazes de executar tarefas associadas à percepção, aprendizagem, inferência e decisão (RUSSELL; NORVIG, 2022). No escopo deste estudo, interessa especialmente o aprendizado de máquina, no qual modelos identificam relações nos dados e melhoram seu desempenho em tarefas delimitadas (JORDAN; MITCHELL, 2015). No mercado imobiliário, essas técnicas têm sido aplicadas principalmente à previsão de preços, avaliação automatizada, seleção de variáveis e classificação de propriedades (HO et al., 2021; TEKOUABOU et al., 2024).

A literatura revela avanços expressivos no desempenho preditivo. Rafiei e Adeli (2016), por exemplo, estimaram preços de venda de unidades residenciais ainda na fase de projeto ou no início da construção. Tchuente (2026) combinou modelos automatizados de avaliação e valores de Shapley para explicar a contribuição das características físicas e locacionais em cada estimativa. Essas aplicações podem fortalecer premissas de receita, mas não determinam, isoladamente, a viabilidade de um empreendimento, pois não incorporam necessariamente restrições urbanísticas, configuração do produto, custos, cronograma, financiamento e retorno.

Um SSD integra bases de dados, modelos e procedimentos para apoiar problemas semiestruturados. Sua função não é automatizar toda a decisão, mas organizar evidências e permitir que o decisor examine alternativas e consequências. Wang e Ren (2025) combinaram seleção de variáveis, ponderação de critérios e cenários em um SSD de planejamento urbano. Anelli e Tajani (2023) integraram processo hierárquico analítico e SIG para avaliar riscos de requalificação. Esses estudos demonstram o potencial de integração, embora não cubram o ciclo completo da viabilidade de um empreendimento vertical.

2.2 Dimensões da viabilidade e lacuna de integração

A dimensão técnica, urbanístico-regulatória e territorial define o envelope de desenvolvimento. Ela abrange condições do terreno, usos permitidos, coeficientes construtivos, recuos, gabaritos, infraestrutura, acessibilidade, restrições ambientais e características do entorno. Chen et al. (2023) utilizaram análise espacial baseada em SIG e indicadores de intensidade construtiva para identificar áreas com potencial de adensamento. A identificação do potencial territorial, porém, não demonstra se o produto será absorvido nem se produzirá retorno adequado.

A dimensão mercadológica examina a compatibilidade entre o produto proposto, o público-alvo, a demanda e a concorrência. Inclui tipologia, área das unidades, preço, lançamentos concorrentes, oferta futura, velocidade de vendas e absorção. Modelos de avaliação e previsão podem apoiar preços e receitas, desde que sua cobertura geográfica, temporal e amostral seja compatível com o caso. A dimensão econômico-financeira traduz terreno, produto e mercado em custos, receitas, prazos, financiamento e fluxo de caixa. Valor residual do terreno, margem sobre custo, valor presente líquido, taxa interna de retorno e exposição de capital são indicadores recorrentes. Sadick et al. (2025) demonstraram o uso de IA para classificar faixas de orçamento na fase preliminar de projetos. Em pesquisa com 225 incorporadores da Austrália e da Nova Zelândia, Moorhead et al. (2024) identificaram o uso frequente do fluxo de caixa descontado, da margem e da taxa interna de retorno, associado à avaliação qualitativa de riscos e ao julgamento profissional.

Risco e incerteza atravessam as três dimensões. Uma interpretação regulatória altera a área vendável; a absorção afeta receitas e exposição de capital; atrasos elevam custos e postergam recebimentos; e condições de financiamento modificam o fluxo de caixa e o retorno. Chen e Khumpaisal (2009) estruturaram 29 critérios sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos de risco no desenvolvimento imobiliário, evidenciando sua interdependência. A integração, portanto, deve conectar o que pode ser construído, o que o mercado pode absorver, os recursos necessários e os resultados esperados.

Quadro 1 - Estudos mais próximos e limites de integração

Estudo	Foco	Contribuição e limite
Chen et al. (2023)	SIG e adensamento urbano	Identifica áreas e estratégias com potencial de renovação; não conecta o potencial espacial a produto, demanda, fluxo de caixa e retorno.
Tchuente (2026)	Avaliação automatizada explicável	Produz estimativas de preço e explica variáveis por valores de Shapley; não incorpora capacidade construtiva, custos e financiamento.
Moorhead et al. (2024)	Viabilidade e taxas mínimas	Documenta métodos de avaliação, indicadores e decisões go/no-go; não os integra a evidências regulatórias, territoriais e mercadológicas.
Anelli e Tajani (2023)	SSD espacial e risco	Integra AHP, indicadores e SIG para comparar risco territorial; não detalha produto, absorção, fluxo de caixa e retorno.

Fonte: elaboração dos autores (2026)

Em conjunto, esses trabalhos demonstram que a lacuna não está na inexistência de métodos analíticos, mas na ausência de um processo comum que conecte capacidade física e regulatória, definição do produto, demanda, custos, financiamento, fluxo de caixa e retorno. O framework proposto responde a essa fragmentação ao atribuir papéis distintos e conectados à IA, ao SSD e ao especialista.

3. Metodologia

A pesquisa possui natureza aplicada, exploratória e descritiva e combina análise bibliométrica, síntese temática qualitativa e desenvolvimento de framework conceitual. A análise bibliométrica caracterizou a evolução do campo, enquanto a síntese temática examinou métodos, aplicações e dimensões da viabilidade. O desenvolvimento conceitual

converteu as lacunas identificadas em componentes, relações e regras de decisão. O procedimento seguiu as recomendações de Donthu et al. (2021) para transparência na seleção, organização e interpretação da literatura.

A base inicial reuniu 156 documentos científicos relacionados a IA, aprendizado de máquina, sistemas de suporte à decisão e aplicações imobiliárias. Após auditoria e triagem por aderência, 35 documentos foram excluídos e oito foram mantidos apenas como apoio teórico, resultando em um corpus analítico de 113 publicações. A data de corte foi 21 de julho de 2026. Foram analisados evolução temporal, distribuição geográfica, palavras-chave, técnicas, temas predominantes e cobertura das dimensões técnica e territorial, mercadológica e econômico-financeira.

A elaboração do framework ocorreu em quatro movimentos. Primeiro, foram consolidadas as evidências e lacunas encontradas na literatura. Segundo, os requisitos da decisão foram organizados nas três dimensões, com risco e incerteza como elementos transversais. Terceiro, foram atribuídas funções diferentes à IA, ao SSD e ao especialista, evitando que capacidade preditiva fosse confundida com autoridade decisória. Quarto, as relações foram estruturadas em camadas, com retroalimentação entre evidências, análises, cenários e interpretação.

A proposta ainda não foi validada empiricamente. Para a etapa seguinte, foi definido um protocolo retrospectivo com casos históricos de empreendimentos verticais em Goiânia. Cada caso deverá possuir decisão original identificável e documentação contemporânea suficiente. A data da decisão funcionará como corte temporal: somente informações disponíveis até aquele momento poderão alimentar a reconstrução. Dados posteriores poderão contextualizar os resultados, mas não alterar a avaliação reconstruída, reduzindo vazamento de informação e viés retrospectivo. Informações confidenciais poderão ser anonimizadas ou normalizadas.

4. Framework de decisão apoiado por inteligência artificial

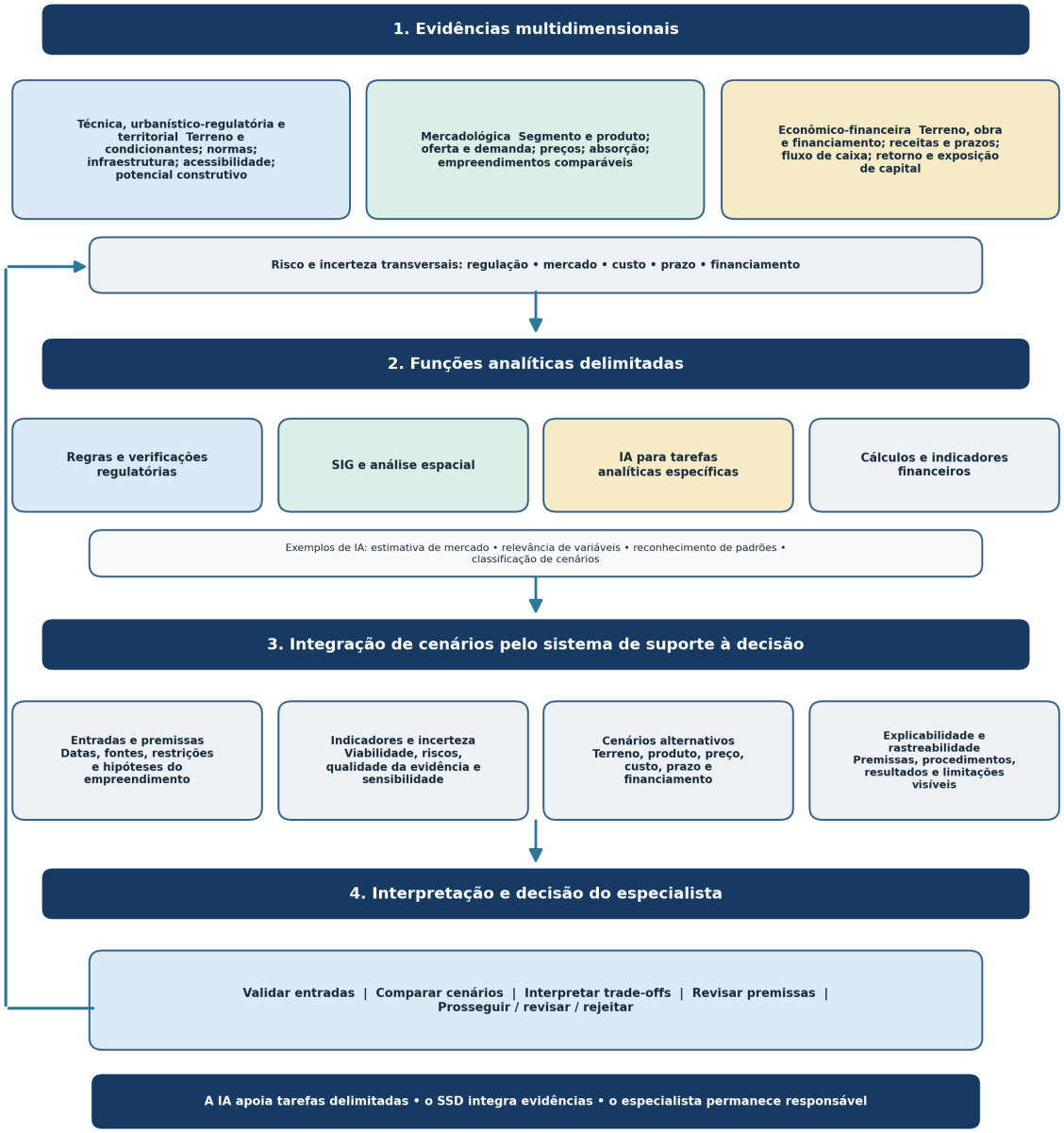
O framework proposto organiza a avaliação preliminar como uma arquitetura conceitual de suporte à decisão. Sua unidade de comparação é o cenário de desenvolvimento, entendido como uma combinação coerente de condições do terreno, capacidade construtiva, produto, premissas de mercado, custos, prazos, financiamento e retorno. A viabilidade não é tratada como característica fixa do terreno, mas como resultado condicionado à configuração analisada e à qualidade das evidências disponíveis.

4.1 Princípios e arquitetura

Cinco princípios orientam a proposta. O primeiro é a integração multidimensional: nenhuma dimensão isolada determina a decisão. O segundo é o uso delimitado da IA, restrito a tarefas para as quais dados adequados permitam produzir evidências relevantes e interpretáveis. O terceiro é a avaliação por cenários, pois alterações de produto, preço, custo, prazo ou financiamento modificam o resultado. O quarto é a explicabilidade e a rastreabilidade de fontes, datas, tratamentos, premissas, procedimentos e limitações. O quinto é a responsabilidade do especialista, que valida informações, interpreta condições locais e toma a decisão final.

A Figura 1 representa quatro camadas conectadas. A primeira organiza as evidências multidimensionais. A segunda associa cada tarefa à função analítica adequada, incluindo verificações regulatórias, SIG, cálculos financeiros e aplicações delimitadas de IA. A terceira integra entradas, premissas, indicadores, incertezas e alternativas no SSD. A quarta concentra a interpretação e a decisão profissional. A retroalimentação permite revisar premissas e cenários quando forem identificadas inconsistências, limitações ou novas alternativas.

Figura 1 - Arquitetura conceitual do framework de decisão apoiado por inteligência artificial



Fonte: elaboração dos autores (2026)

4.2 Evidências multidimensionais e funções analíticas

Na primeira camada, a dimensão técnica, urbanístico-regulatória e territorial define restrições e oportunidades do terreno; a dimensão mercadológica confronta o produto possível com demanda, preços, concorrência e absorção; e a dimensão econômico-financeira converte as configurações em custos, receitas, cronograma, financiamento, fluxo de caixa e retorno. As relações são iterativas: uma mudança de área vendável altera produto, custos e receitas; uma absorção inferior à prevista pode exigir revisão de tipologia, preço, faseamento ou valor do terreno.

A segunda camada atribui a cada problema uma função compatível. Normas e restrições são tratadas por regras e verificações; relações territoriais, por SIG; projeções financeiras, por cálculos e indicadores; e padrões complexos, por modelos de IA. Entre as tarefas possíveis para IA estão estimar preços, identificar variáveis influentes, reconhecer padrões e classificar cenários. O resultado do modelo é uma evidência, não uma conclusão sobre a viabilidade. Sua utilização exige registro de cobertura dos dados, período de referência, validação, incerteza e limitações.

4.3 Integração de cenários e decisão profissional

Na terceira camada, o SSD preserva a conexão entre resultados e premissas. Em vez de gerar um único índice, ele produz perfis comparáveis de viabilidade, mostrando restrições, indicadores, riscos e sensibilidade. Essa estrutura permite examinar como alterações em preço, absorção, custo, prazo, produto ou financiamento repercutem nas demais dimensões. A explicabilidade é incorporada pela apresentação dos fatores relevantes e a rastreabilidade, pela associação de cada informação à sua origem e tratamento.

Na quarta camada, o especialista verifica a qualidade dos dados, examina a coerência das premissas, compara cenários e interpreta trade-offs. O resultado pode ser expresso como prosseguir, revisar ou rejeitar, sempre acompanhado da justificativa. Algumas restrições são não compensatórias: uma proibição regulatória, por exemplo, não pode ser neutralizada por retorno financeiro mais alto. Da mesma forma, um resultado econômico atrativo não deve ocultar premissas de mercado frágeis ou riscos de prazo incompatíveis com a capacidade de capital.

O perfil final de cada cenário deve registrar: condicionantes do terreno; hipóteses de produto; evidências de mercado; receitas, custos, prazos e financiamento; indicadores de retorno; riscos e sensibilidades; fontes, datas e limitações; e a decisão fundamentada do especialista. O framework apoia a avaliação preliminar, mas não substitui diligências jurídicas, arquitetônicas, ambientais, mercadológicas ou financeiras detalhadas.

4.4 Protocolo de avaliação retrospectiva

A avaliação futura considerará seis critérios complementares, apresentados no Quadro 2. Eles serão examinados qualitativamente em cada caso e comparativamente entre os casos. Não serão agregados em uma pontuação única, pois desempenho elevado em um critério não compensa automaticamente fragilidade relevante em outro. O objetivo é identificar forças, limitações e condições de aplicabilidade da arquitetura.

Quadro 2 - Critérios previstos para avaliação retrospectiva do framework

Critério	Pergunta orientadora	Evidência prevista
Consistência	As relações entre dados, premissas, indicadores e cenários são lógica e tecnicamente coerentes?	Comparação entre resultados do framework, estudo histórico e decisão documentada.
Explicabilidade	O especialista compreende quais variáveis e premissas influenciaram os resultados?	Interpretação das contribuições dos modelos, premissas e indicadores.
Rastreabilidade	A origem e o tratamento de cada informação relevante podem ser identificados e revistos?	Fontes, datas, transformações, premissas e procedimentos.
Utilidade prática	O framework melhora a organização e a comparação das oportunidades?	Avaliação profissional da organização, dos cenários e do suporte à decisão.
Validade contextual	A avaliação representa as condições regulatórias, territoriais, mercadológicas e financeiras do caso?	Confronto com normas, evidências de mercado, dados financeiros e contexto profissional.
Comparação de cenários	Os efeitos de premissas e configurações alternativas tornam-se explícitos?	Comparação de produto, preço, custo, prazo e financiamento.

Fonte: elaboração dos autores (2026)

5. Discussão

A contribuição teórica do framework está em diferenciar capacidade analítica de integração decisória. A literatura já oferece modelos eficientes para preço, localização, risco e custo, mas a decisão de desenvolvimento exige que esses resultados sejam conectados às demais dimensões. A lacuna não decorre da ausência de técnicas; decorre da fragmentação de suas aplicações. Ao separar geração de evidência, integração de cenários

e autoridade decisória, a proposta estabelece uma ponte entre IA, SSD e viabilidade imobiliária.

Metodologicamente, a arquitetura explicita elementos frequentemente dispersos em planilhas, relatórios, mapas e conhecimento tácito. O registro das datas de referência é especialmente relevante em análises retrospectivas, pois evita que informações posteriores ao compromisso de investimento contaminem a reconstrução. A comparação por cenários também é mais adequada do que a busca por uma resposta determinística em estágio preliminar, quando custos, demanda, prazos e financiamento ainda apresentam incerteza elevada.

Para incorporadores, analistas e investidores, o framework pode aumentar consistência e transparência na comparação de terrenos e produtos. A IA pode fortalecer premissas específicas, enquanto o SSD mantém as relações entre elas e o especialista interpreta as particularidades do caso. Essa divisão preserva a responsabilidade profissional e reduz o risco de tratar uma estimativa algorítmica como decisão objetiva. Em perspectiva urbana, avaliações mais completas podem reduzir projetos incompatíveis com restrições territoriais, condições de mercado ou capacidade financeira.

A proposta apresenta limitações. O framework é conceitual e ainda não demonstra desempenho empírico, utilidade prática ou validade externa. Sua aplicação depende da disponibilidade e qualidade de dados, e modelos desenvolvidos em uma cidade podem não ser transferíveis a outra sem recalibração. A seleção retrospectiva de casos será intencional e condicionada à documentação histórica, o que restringe generalizações. Além disso, decisões profissionais podem incorporar negociações, preferências de risco e considerações estratégicas que não estejam formalmente registradas.

Como continuidade, a pesquisa aplicará a arquitetura a casos históricos de Goiânia, preservando o corte temporal de cada decisão. A comparação entre reconstrução, estudo original e decisão documentada permitirá examinar se o framework torna explícitas relações antes dispersas, como o efeito de restrições urbanísticas sobre o produto, da absorção sobre a receita e do cronograma sobre a exposição de capital. Estudos posteriores poderão ampliar o número de casos, comparar cidades e testar funções específicas de IA em bases locais.

6. Conclusões

Este artigo propôs um framework de decisão apoiado por IA para integrar as dimensões técnica, urbanístico-regulatória e territorial, mercadológica e econômico-financeira da viabilidade preliminar de empreendimentos verticais. A proposta foi desenvolvida a partir da análise bibliométrica e temática de 113 publicações, das quais apenas sete trataram diretamente de viabilidade ou desenvolvimento imobiliário. O resultado confirmou que a literatura dispõe de métodos relevantes, mas os aplica predominantemente de forma fragmentada.

O framework estrutura o processo em quatro camadas: evidências multidimensionais; funções analíticas delimitadas; integração de premissas, indicadores, incerteza e cenários pelo SSD; e interpretação pelo especialista. A IA apoia tarefas específicas e não determina autonomamente a viabilidade. Essa delimitação permite incorporar capacidade analítica sem retirar do profissional a responsabilidade pela validação das informações, pela interpretação dos riscos e pela decisão final.

A contribuição central é uma estrutura rastreável para transformar métodos isolados em um processo coerente de comparação de alternativas. No estágio atual, não se afirma validação empírica ou eficácia comprovada. A próxima etapa consiste em aplicar retrospectivamente o framework a casos de Goiânia e avaliá-lo quanto à consistência,

explicabilidade, rastreabilidade, utilidade prática, validade contextual e comparação de cenários.

Referências

ANELLI, D.; TAJANI, F. Spatial decision support systems for effective ex-ante risk evaluation: an innovative model for improving the real estate redevelopment processes. Land Use Policy, v. 128, 106595, 2023. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106595.

CHEN, J.; PELLEGRINI, P.; YANG, Z.; WANG, H. Strategies for sustainable urban renewal: community-scale GIS-based analysis for densification decision making. Sustainability, v. 15, n. 10, 7901, 2023. DOI: 10.3390/su15107901.

CHEN, Z.; KHUMPAISAL, S. An analytic network process for risks assessment in commercial real estate development. Journal of Property Investment & Finance, v. 27, n. 3, p. 238-258, 2009. DOI: 10.1108/14635780910951957.

CHOY, L. H. T.; HO, W. K. O. The use of machine learning in real estate research. Land, v. 12, n. 4, 740, 2023. DOI: 10.3390/land12040740.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. Journal of Business Research, v. 133, p. 285-296, 2021. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.

EL JAOUHARI, A.; SAMADHIYA, A.; KUMAR, A.; ŠEŠPLAUKIS, A.; RASLANAS, S. Mapping the landscape: a systematic literature review on automated valuation models and strategic applications in real estate. International Journal of Strategic Property Management, v. 28, n. 5, p. 286-301, 2024. DOI: 10.3846/ijspm.2024.22251.

HO, W. K. O.; TANG, B.-S.; WONG, S. W. Predicting property prices with machine learning algorithms. Journal of Property Research, v. 38, n. 1, p. 48-70, 2021. DOI: 10.1080/09599916.2020.1832558.

JORDAN, M. I.; MITCHELL, T. M. Machine learning: trends, perspectives, and prospects. Science, v. 349, n. 6245, p. 255-260, 2015. DOI: 10.1126/science.aaa8415.

LOMBARDI, P.; FERRETTI, V. New spatial decision support systems for sustainable urban and regional development. Smart and Sustainable Built Environment, v. 4, n. 1, p. 45-66, 2015. DOI: 10.1108/SASBE-07-2014-0039.

MOORHEAD, M.; ARMITAGE, L.; SKITMORE, M. Real estate development feasibility and hurdle rate selection. Buildings, v. 14, n. 4, 1045, 2024. DOI: 10.3390/buildings14041045.

RAFIEI, M. H.; ADELI, H. A novel machine learning model for estimation of sale prices of real estate units. Journal of Construction Engineering and Management, v. 142, n. 2, 04015066, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001047.

ROOT, T. H.; STRADER, T. J.; HUANG, Y.-H. J. A review of machine learning approaches for real estate valuation. Journal of the Midwest Association for Information Systems, v. 2023, n. 2, p. 9-28, 2023. DOI: 10.17705/3jmwa.000082.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. Artificial intelligence: a modern approach. 4. ed. Pearson, 2022.

SADICK, A.-M.; GURMU, A.; GUNARATHNA, C. Artificial intelligence-based pre-conception stage construction budget decision-making model and tool for residential buildings. Engineering, Construction and Architectural Management, v. 32, n. 7, p. 4552-4580, 2025. DOI: 10.1108/ECAM-11-2023-1108.

SEGURA DE LA CAL, A.; MARTÍNEZ RAYA, A.; MORALES-ALONSO, G. Mapping the role of artificial intelligence in real estate: a bibliometric and case study analysis. Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation, v. 21, n. 3, p. 5-23, 2025. DOI: 10.7341/20252131.

TCHUENTE, D. Real estate automated valuation model with explainable artificial intelligence based on Shapley values. The Journal of Real Estate Finance and Economics, v. 72, p. 567-605, 2026. DOI: 10.1007/s11146-024-09998-9.

TEKOUABOU, S. C. K.; GHERGHINA, Ș. C.; KAMENI, E. D.; FILALI, Y.; IDRISSI GARTOUMI, K. AI-based on machine learning methods for urban real estate prediction: a systematic survey. Archives of Computational Methods in Engineering, v. 31, p. 1079-1095, 2024. DOI: 10.1007/s11831-023-10010-5.
WANG, R.; ZHANG, H.; LI, F. A horizon on the evolution of machine learning applications in real estate. International Journal of Strategic Property Management, v. 30, n. 1, p. 16-31, 2026. DOI: 10.3846/ijspm.2026.25981.
WANG, Z.; REN, F. Developing a decision support system for sustainable urban planning using machine learning-based scenario modeling. Scientific Reports, v. 15, 13210, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-90057-5.