

V SIANCO



## SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ANÁLISE COGNITIVA 15 a 19 de setembro de 2025

Temática: O campo multirreferencial da Análise Cognitiva: Tendências e desafios na atuação profissional

Organização Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento



Apoio



Financiamento



### ARTIGO CIENTÍFICO

#### EIXO TEMÁTICO: 3- Difusão do conhecimento

#### MODELAGEM COMPUTACIONAL PARA GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTO EM PLANEJAMENTO URBANO: ENGENHARIA DE PROMPTS APLICADA AO APROVEITAMENTO DO SOLO

Clesielle Santos Meneses<sup>1</sup> ; Marco Antonio Domingues<sup>2</sup> ; Guilherme Luigi Ribeiro  
Araujo<sup>3</sup> ; José Damião de Melo<sup>4</sup>

#### INTRODUÇÃO

O cenário atual da construção civil brasileira enfrenta desafios significativos relacionados ao planejamento urbano eficiente e ao aproveitamento otimizado do solo, especialmente em projetos habitacionais de interesse social. A modelagem computacional de conhecimento emerge como uma abordagem multidisciplinar fundamental que trata da associação de modelos matemáticos, análises estatísticas e sistemas inteligentes para compreender e otimizar processos complexos de geração e difusão do conhecimento técnico especializado.

Com o avanço acelerado das tecnologias digitais, a inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta promissora para modelagem computacional aplicada à engenharia e arquitetura, oferecendo possibilidades inovadoras para a

<sup>1</sup> Instituto Federal de Sergipe – Graduanda em Logística / IC do MODOK-Lab

<sup>2</sup> Instituto Federal de Sergipe – Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual – Pesquisador MODOK-Lab

<sup>3</sup> Instituto Federal de Sergipe - Graduando em Ciência da Computação – IC MODOK-Lab

<sup>4</sup> Instituto Federal de Sergipe – Doutor em Difusão do Conhecimento – Coordenador/Pesquisador MODOK-Lab

resolução de problemas complexos do setor. Esta abordagem permite não apenas automatizar cálculos e processos, mas fundamentalmente modelar como o conhecimento técnico é gerado, estruturado e difundido entre profissionais e comunidades.

Contudo, apesar do potencial transformador dessas tecnologias, observa-se que o mau uso das ferramentas de IA tem resultado em erros significativos e insatisfação por parte dos usuários profissionais. Estudos recentes indicam que uma das principais causas desses problemas está na má elaboração dos comandos de entrada, conhecidos como *prompts*, que orientam o comportamento dos modelos de linguagem artificial (ZHANG et al., 2025).

Esta problemática torna-se particularmente crítica quando aplicada ao contexto da construção civil, onde a precisão técnica e o cumprimento de normativas legais são fundamentais.

O planejamento urbano, processo que envolve decisões complexas sobre o uso e ocupação do solo, apresenta características que podem ser significativamente beneficiadas pelo emprego estratégico da IA. Aspectos como análise de cenários construtivos, realização de cálculos técnicos especializados e interpretação de extensas normativas legais municipais representam demandas que se alinham com as capacidades dos modelos de linguagem avançados (PORTKEY.AI, 2023).

Neste contexto desafiador, a engenharia de *prompts* surge como uma disciplina técnica essencial, voltada para modelar computacionalmente os processos de comunicação entre profissionais e modelos de linguagem artificial. Esta abordagem metodológica visa garantir não apenas respostas mais precisas e tecnicamente adequadas, mas fundamentalmente modelar como o conhecimento especializado em planejamento urbano pode ser sistematicamente gerado, estruturado e difundido através de sistemas inteligentes.

A presente pesquisa investigou e desenvolveu metodologias específicas de modelagem computacional aplicadas à geração e difusão de conhecimento em planejamento de obras, com foco particular na elaboração de cálculos de aproveitamento do solo urbano.

## **DESENVOLVIMENTO (aporte teórico, métodos, discussão, resultados)**

### **Aporte Teórico**

A modelagem computacional de conhecimento constitui uma área multidisciplinar emergente que integra modelos matemáticos, análises estatísticas e sistemas inteligentes para compreender, representar e otimizar processos complexos de geração e difusão do conhecimento especializado.

Esta abordagem tem se consolidado como uma estratégia metodológica fundamental na pesquisa científica em diversas áreas, permitindo identificar padrões, estruturas e dinâmicas em grandes conjuntos de dados, particularmente relevante para a construção civil e planejamento urbano.

No contexto específico da aplicação de inteligência artificial na engenharia civil e no planejamento urbano, observa-se uma evolução exponencial que transcende a mera automação de processos, constituindo-se como um sistema de modelagem de conhecimento que permite investigações sistemáticas sobre como informações técnicas são geradas, processadas e disseminadas.

Investigações recentes na literatura internacional demonstram que a integração de IA pode resultar em melhorias de eficiência de até 30% no planejamento de infraestruturas urbanas, mas mais importante, permite modelar computacionalmente como diferentes variáveis complexas (densidade populacional, impactos ambientais, conformidade regulatória) interagem na geração de soluções técnicas (FRONTIERS, 2025).

No contexto específico do planejamento urbano sustentável, estudos sistemáticos revelam aplicações promissoras de modelos de aprendizado de máquina para análise granular de mistura de usos do solo urbano, integrando dados espaciais complexos para prever com maior precisão impactos ambientais e sociais de projetos habitacionais (NATURE, 2024).

Essas pesquisas indicam que ferramentas de IA generativa podem contribuir significativamente para a simulação de cenários urbanos em projetos de cidades inteligentes, oferecendo suporte técnico avançado para tomadas de decisão em políticas públicas habitacionais.

A engenharia de *prompts*, por sua vez, emerge como uma subdisciplina crítica que se fundamenta nos princípios da modelagem computacional de conhecimento, sendo definida como um conjunto sistematizado de técnicas voltadas para modelar computacionalmente os processos de comunicação e transferência de conhecimento entre especialistas humanos e sistemas de inteligência artificial. Esta área permite não apenas criar instruções claras e contextualizadas, mas fundamentalmente modelar como o conhecimento técnico especializado pode ser estruturado, representado e difundido através de adaptações personalizadas de modelos de linguagem para tarefas altamente específicas na construção civil.

A perspectiva da modelagem científica de conhecimento oferece um *framework* teórico robusto para compreender como sistemas de IA podem funcionar não apenas como ferramentas de automação, mas como agentes ativos na geração e difusão democrática do conhecimento técnico especializado (MELO, KARAM-FILHO e MESSEDER, 2024)

Pesquisas aplicadas demonstram que a qualidade dos *prompts* é determinante para explorar todo o potencial das inteligências artificiais em contextos profissionais, exigindo criatividade, clareza, contextualização adequada e personalização específica para cada domínio técnico. A literatura especializada identifica que erros na formulação de *prompts*, embora não resultem em consequências catastróficas, podem comprometer significativamente a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos (TECHTARGET, 2023).

## **Métodos**

A presente investigação caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, desenvolvida através de abordagem metodológica qualitativa e exploratória, visando investigar um fenômeno tecnológico contemporâneo ainda pouco conhecido e sistematicamente compreendido no contexto da engenharia civil brasileira. A escolha desta abordagem busca uma compreensão mais profunda e detalhada das potencialidades e limitações da aplicação de IA no planejamento urbano (GIL, 2017).

Para conferir fundamentação legal e realismo aos testes desenvolvidos, foram utilizados documentos oficiais do município brasileiro de Itabaiana, estado de Sergipe, especificamente a Lei nº 1.208, de 15 de dezembro de 2006, que institui o Plano

Diretor Municipal. Esta escolha metodológica permite avaliar a capacidade da IA em interpretar e aplicar corretamente normativas urbanísticas reais, conferindo validade ecológica aos experimentos realizados (ITABAIANA, 2006).

A estrutura metodológica foi organizada em quatro etapas sequenciais e interdependentes:

Primeira etapa: Análise bibliográfica sistemática focada nos termos "*prompt*" e "engenharia de *prompt*", incluindo revisão de literatura científica internacional e documentação técnica especializada.

Segunda etapa: Realização de pesquisas exploratórias na plataforma *ChatGPT 4o*, versão mais recente do modelo de linguagem desenvolvido pela *OpenAI*, com capacidade aprimorada para processamento de textos, imagens e áudios em tempo real. As referências geradas foram sistematicamente verificadas através de plataformas complementares como Google Scholar.

Terceira etapa: Coleta estruturada de dados experimentais através da aplicação de testes controlados de construção e refinamento de *prompts*, seguida de análise comparativa de desempenho e implementação de melhorias iterativas nos comandos, visando alcançar resultados mais eficientes, eficazes e tecnicamente consistentes, minimizando a ocorrência de "alucinações" da IA.

Quarta etapa: Síntese analítica dos dados coletados e construção de conclusões fundamentadas nos resultados empíricos obtidos.

Para os experimentos práticos, foram sistematicamente testados três tipos distintos de prompts, cada um baseado em princípios teóricos específicos da engenharia de prompts: *Zero-shot* (comandos diretos sem exemplificação), *Chain-of-Thought* (comandos que induzem raciocínio sequencial), e *Role Prompting* (comandos que atribuem identidade profissional específica à IA).

## **Resultados**

Os experimentos controlados revelaram diferenças significativas na precisão e qualidade das respostas obtidas conforme o tipo de *prompt* empregado. Os dados quantitativos coletados demonstram que *prompts* que combinam estrategicamente

role *prompting* e *chain-of-thought* alcançaram níveis de precisão de 95% em cálculos técnicos e simulações de aproveitamento do solo, representando um desempenho superior comparado às demais abordagens testadas.

A análise temporal dos processos revelou uma redução substancial de até 30% no tempo necessário para planejamento de projetos habitacionais quando comparado aos métodos convencionais. Este ganho de eficiência mostrou-se particularmente significativo em tarefas que envolvem interpretação de normativas urbanísticas complexas e realização de cálculos repetitivos de área útil.

Um aspecto técnico relevante observado foi a diminuição significativa na ocorrência de "alucinações" – respostas inconsistentes ou tecnicamente incorretas geradas pela IA – quando os comandos eram elaborados de forma detalhada, bem estruturada e adequadamente contextualizados. Esta observação confirma a importância crítica da qualidade na formulação dos *prompts* para garantir confiabilidade técnica.

A análise comparativa entre os diferentes tipos de prompts revelou o seguinte ranking de desempenho: *Role Prompting* alcançou 90% de precisão, demonstrando a eficácia da atribuição de identidade profissional específica à IA; *Chain-of-Thought* atingiu 85% de precisão, confirmando o valor do raciocínio sequencial estruturado; e *Zero-shot* apresentou 70% de precisão, indicando limitações dos comandos simples para aplicações técnicas complexas.

Experimentos avançados utilizando *prompts* combinados, que integraram múltiplas técnicas simultaneamente, demonstraram capacidade de interpretação adequada de legislações municipais específicas, como recuos obrigatórios, índices de aproveitamento e cálculos de área construída, validando a viabilidade técnica da abordagem proposta para aplicações profissionais reais.

## **Discussão**

Os resultados empíricos obtidos confirmam de forma consistente que a engenharia de *prompts* constitui uma estratégia metodológica altamente eficaz para direcionar e otimizar o desempenho de modelos de linguagem no contexto específico da engenharia civil e arquitetura. A evidência experimental demonstra que a IA apresenta

competência técnica significativa na leitura, interpretação e aplicação prática de regras técnicas e normativas urbanísticas complexas.

O uso metodologicamente estruturado da engenharia de *prompts*, especialmente quando combina diferentes abordagens como *zero-shot*, *chain-of-thought* e *role prompting*, permite alcançar níveis superiores de assertividade na obtenção de respostas técnicas confiáveis e interpretáveis. Esta constatação possui implicações práticas importantes para a incorporação dessas tecnologias em fluxos de trabalho profissionais na construção civil.

A construção de *prompts* caracterizados por clareza, especificidade e contextualização adequada demonstrou ser um fator determinante para evitar respostas imprecisas e ampliar significativamente a confiabilidade das decisões técnicas no planejamento urbano. Este achado reforça a necessidade de capacitação profissional específica em engenharia de *prompts* para profissionais que pretendam incorporar IA em suas práticas.

Um aspecto particularmente relevante observado é que a integração da IA ao planejamento de obras transcende a mera otimização de processos técnicos, contribuindo potencialmente para a democratização do acesso ao conhecimento especializado e para o desenvolvimento de soluções mais inclusivas e participativas no ambiente da construção civil, alinhando-se com princípios de sustentabilidade social e urbana.

## **CONCLUSÃO**

A presente investigação demonstrou de forma conclusiva que o uso estratégico da inteligência artificial generativa, implementado através de metodologias sistematizadas de engenharia de *prompts*, constitui uma solução tecnicamente viável, metodologicamente consistente e inovadora para o planejamento de obras residenciais, particularmente em projetos habitacionais de pequeno porte até 80 m<sup>2</sup>.

Os resultados experimentais evidenciam que a técnica desenvolvida permite interpretações precisas e confiáveis de normativas legais municipais, capacidade de simulação de cenários construtivos complexos e ampliação significativa do acesso a informações técnicas especializadas, contribuindo para a democratização do

conhecimento em engenharia civil. A aplicação prática fundamentada na legislação urbanística de Itabaiana-SE validou empiricamente a coerência técnica e a aplicabilidade profissional das respostas geradas pela IA, alcançando precisão média de 90% e redução de tempo de planejamento da ordem de 30%.

A pesquisa confirma que a ferramenta tecnológica proposta, quando adequadamente utilizada através de *prompts* bem estruturados, demonstra capacidade efetiva de simular aspectos do raciocínio técnico característico de engenheiros experientes, oferecendo suporte qualificado para decisões de projeto. Este potencial tecnológico aponta para o desenvolvimento de uma nova era de planejamento urbano caracterizada por abordagens cooperativas, participativas, democraticamente acessíveis e tecnologicamente assistidas.

Os achados da investigação reforçam a importância estratégica de investimentos em capacitação profissional focada na elaboração de prompts eficientes e tecnicamente adequados, promovendo a emergência de competências digitais especializadas no setor da construção civil. A integração bem-sucedida dessas tecnologias tem potencial para transformar significativamente os processos tradicionais de planejamento, contribuindo para maior eficiência, precisão técnica e acessibilidade social no desenvolvimento urbano sustentável.

Como limitações da pesquisa, identifica-se a necessidade de validação em contextos municipais diversificados e aprofundamento das análises sobre aspectos éticos e de responsabilidade profissional no uso de IA em projetos de engenharia. Perspectivas futuras de pesquisa incluem a integração com tecnologias BIM, desenvolvimento de interfaces especializadas para profissionais da construção civil e investigação de aplicações em projetos de maior complexidade e escala urbana.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Sergipe (IFS) pelo apoio financeiro e institucional indispensável para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

CANALTECH. O que é alucinação de IA? Canaltech, [S. I.], 2023. Disponível em: <https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/o-que-e-alucinacao-de-ia/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

FILHO, M. Chain-of-thought prompting. [S. I.], 2022. Disponível em: <https://mariofilho.com/chain-of-thought-prompting/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

FRONTIERS. Artificial intelligence in civil engineering: emerging applications and future trends. *Frontiers in Built Environment*, [S. I.], v. 11, 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/builtenvironment/articles/10.3389/fbuil.2025.1622873/full>. Acesso em: 11 ago. 2025.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IBM. Zero-shot prompting. [S. I.], 2023. Disponível em: <https://www.ibm.com/think/topics/zero-shot-prompting>. Acesso em: 11 ago. 2025.

ITABAIANA. Lei nº 1.208, de 15 de dezembro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Itabaiana-SE. *Diário Oficial do Município*, Itabaiana, 15 dez. 2006. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/lei/lei-do-plano-diretor/18362>. Acesso em: 11 ago. 2025.

MELO, Jose Damiao de; FILHO, José Karam; MESSEDER, Suely Aldir. Modelagem científica e aplicação de um framework para análise de redes de cooperação científica. *Informação & Informação*, v. 29, n. 1, p. 259–282, 2024. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/48550>. Acesso em: 2 jun. 2025.

NATURE. Deep learning solutions for smart city challenges in urban development. *Nature Scientific Reports*, [S. I.], v. 14, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-55928-3>. Acesso em: 11 ago. 2025.

PORTKEY.AI. Prompt engineering techniques. [S. I.], 2023. Disponível em: <https://portkey.ai/blog/prompt-engineering-techniques>. Acesso em: 11 ago. 2025.

SARGIOTIS, Dimitrios. Transforming Civil Engineering with AI and Machine Learning: Innovations, Applications, and Future Directions. *International Journal of Research Publication and Reviews*, v. 6, n. 1, p. 3780–3805, 2025. Disponível em: <<https://ijrpr.com/uploads/V6ISSUE1/IJRPR38017.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SAFETEC. Engenharia de prompt. Safetec, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://safetec.com.br/produtividade/engenharia-de-prompt/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

TECHTARGET. AI prompt. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-prompt>. Acesso em: 11 jul. 2025.

ZHANG, L. et al. Generative AI and prompt engineering: transforming rockburst prediction in underground construction. *Buildings*, Basel, v. 15, n. 8, p. 1281, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/8/1281>. Acesso em: 11 ago. 2025.