

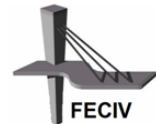


BRUNO HORÁCIO GONÇALVES MUNDIM

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS EM
CONCRETO ARMADO POR MÉTODO TRADICIONAL E AUXILIADO POR
LARGE LANGUAGE MODEL**

Uberlândia

2025



BRUNO HORÁCIO GONÇALVES MUNDIM

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS EM
CONCRETO ARMADO POR MÉTODO TRADICIONAL E AUXILIADO POR
LARGE LANGUAGE MODEL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado na forma de artigo ao curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Renner de Assis Garcia Sobrinho

Uberlândia
2025



RESUMO

RESUMO

O pré-dimensionamento da estrutura em concreto armado é uma etapa fundamental de um projeto estrutural, além de servir de base para análises mais elaboradas em todas as etapas subsequentes do projeto estrutural, essa etapa também é responsável por reduzir a chance de erros por estimar as dimensões dos elementos do projeto antes do dimensionamento definitivo da estrutura. Diante disso, observa-se que atualmente, quando não é realizado pela Metodologia BIM, esse processo do pré-dimensionamento é realizado de uma maneira muito manual e que necessita de um esforço dos projetistas, durante a fase do dimensionamento final, na otimização dos parâmetros definidos nessa etapa. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o uso de uma ferramenta baseada em Large Language Model (LLM), o ChatGPT, no pré-dimensionamento de uma estrutura de concreto armado, através de um estudo comparativo entre os resultados de um pré-dimensionamento realizado através dos métodos convencionais consolidados e os dados obtidos do pré-dimensionamento utilizando o ChatGPT investigando o real potencial das LLMs na automação desse processo dentro da elaboração de um projeto. Compreende-se que, embora a ferramenta apresente potencial para reduzir o tempo em etapas iniciais do projeto e gerar dados preliminares com agilidade, o estudo demonstrou que seu uso ainda apresenta limitações significativas, como dificuldades na interpretação correta da planta arquitetônica, redimensionamento indevido dos ambientes, lançamento incorreto de pilares e falhas no cálculo individualizado das áreas de influência, comprometendo a precisão e a confiabilidade dos resultados estruturais gerados

Palavras-chave: Pré-dimensionamento; Large Language Model; Estrutura; Projeto; Concreto Armado.



ABSTRACT

The preliminary design of reinforced concrete structures is a fundamental stage in a structural project. In addition to serving as the basis for more detailed analyses in all subsequent phases, this stage also reduces the likelihood of errors by estimating the dimensions of structural elements prior to the definitive design. Given this, it is observed that currently, when not carried out through the BIM methodology, this process is performed in a very manual manner and demands considerable effort from designers during the final design phase to optimize the parameters defined in the preliminary stage. In this context, the objective of this study is to analyze the use of a tool based on a Large Language Model (LLM), ChatGPT, in the preliminary design of a reinforced concrete structure. This is done through a comparative study between the results obtained using conventional consolidated methods and those generated by ChatGPT, aiming to investigate the real potential of LLMs in automating this process within structural design development. It is understood that, although the tool shows potential to reduce time in early project stages and quickly generate preliminary data, the study revealed that its use still presents significant limitations, such as difficulties in correctly interpreting architectural plans, improper resizing of rooms, incorrect placement of columns, and failures in calculating individual influence areas, thus compromising the accuracy and reliability of the generated structural results.

Keywords: *Preliminary Design; Large Language Model; Structure; Project; Reinforced Concrete.*



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REFERENCIAL TEORICO	7
3. METODOLOGIA.....	10
4. ESCOLHA DO PROJETO	12
5. PRÉ-DIMENSIONAMENTO CONVENCIONAL	12
5.1. LANÇAMENTO ESTRUTURAL.....	12
5.2. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS LAJES.....	15
5.3. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS.....	18
5.4. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS PILARES	19
6. PRÉ-DIMENSIONAMENTO COM O CHATGPT	23
6.1. 1º TENTATIVA.....	23
6.2. 2º TENTATIVA	28
7. DISCUSSÕES.....	30
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	34



1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é um ramo da ciência da computação focado na criação de sistemas e máquinas capazes de imitar processos cognitivos humanos, como aprendizado, raciocínio e solução de problemas. As primeiras iniciativas no campo da IA surgiram na década de 1950, com pesquisadores como Warren McCulloch e Walter Pitts investigando a possibilidade de desenvolver máquinas "pensantes" e desenvolvendo o primeiro modelo computacional para redes neurais. Nessa época, esses modelos computacionais não possuíam o nome de IA, somente em 1956 John McCarthy, um dos pioneiros a estudar e desenvolver essa nova tecnologia, durante a Conferência de Dartmouth criou o termo "Inteligência Artificial" e a definiu como "A ciência de fazer com que as coisas façam coisas que requerem inteligência quando feitas por pessoas"(McCarthy, apud Dartmouth College, 2025).

Contudo, a partir dos anos 2010, a área avançou significativamente devido a tecnologias como processamento paralelo, grandes volumes de dados e algoritmos avançados. Cupertino (2023) destaca que a IA é um dos temas centrais no contexto da Indústria 4.0, devido ao seu enorme potencial de transformação no cenário econômico e social. Entende-se que a IA é uma força revolucionária, que impacta setores como saúde, finanças, transporte, entre outros. Ela permite diagnósticos médicos mais rápidos e precisos, melhora a eficiência de sistemas financeiros e viabiliza tecnologias inovadoras, como veículos autônomos e assistentes virtuais.

O professor da Universidade Federal de Juiz de Fora Alexandre Cury em parceria com o professor Flavio Barbosa da Universidade Federal de Brasília, coordenam um estudo que consiste na aplicação da IA no monitoramento de vibrações em pontes, viadutos e estruturas ferroviárias (UFJF Notícias, 2024). O monitoramento de estruturas desse estudo é realizado por meio de dispositivos chamados "acelerômetros", que medem vibrações e movimentos de aceleração, esses sensores são instalados diretamente nas estruturas, capturando dados detalhados sobre suas oscilações. No entanto, o volume de informações gerado é tão grande que a análise manual feita por um ser humano torna-se inviável. Desta forma, para lidar com isso, a proposta do estudo é a implantação de sistemas baseados em IA permitindo o processamento eficiente desses dados e a identificação de padrões que indiquem possíveis falhas ou necessidades de manutenção. Segundo Cury (2024), o uso de IA na Engenharia Civil enfrentou, em seus primórdios, muitos desafios em relação à sua implantação nos processos. Ele destaca também que a evolução da tecnologia foi de extrema importância para que as Inteligências



artificiais desempenhassem um papel relevante e facilitador para a Engenharia Civil como um todo.

Cunha (2024), realizou um estudo com o objetivo de investigar as aplicações da IA no setor da construção civil, por meio de uma análise do estado da arte. Ele destaca que pesquisas realizadas no Brasil mostram que as inteligências artificiais têm potencial para avanço na construção civil contribuindo para maior produtividade, cumprimento de prazos e custos, podendo levar o setor a um outro patamar. Apesar de seu uso ainda ser discreto, a tecnologia já vem sendo implementada em algumas áreas, contribuindo para maior produtividade, cumprimento dos prazos e custos, cooperando para o progresso do setor.

Diante disso, por meio desses estudos, constata-se que a aplicação de IA na Engenharia Civil ainda é modesta, com maior concentração em atividades específicas e estudos experimentais, no entanto é notório que a IA possui um potencial expressivo para transformar o setor, oferecendo soluções que otimizam processos como planejamento, execução e gestão de obras. Entre as vantagens, pode-se citar a redução de custos operacionais, o aumento da eficiência na alocação de recursos e a melhoria da precisão em análises e diagnósticos técnicos. Dentro da Engenharia Civil, observa-se que uma possível área promissora para a aplicação de IA seria durante o processo do pré-dimensionamento de estruturas de concreto armado, como por exemplo em algoritmos avançados que podem ser utilizados para realizar cálculos estruturais de maneira mais ágil e precisa.

Em suma, compreende-se que a IA tem potencial de uso dentro da Engenharia Civil e na etapa de pré-dimensionamento de estruturas de concreto armado. Sendo assim, o estudo tem como objetivo analisar e comparar o pré-dimensionamento feito pelos métodos convencionais utilizando as normas vigentes atualmente e um pré-dimensionamento usando uma ferramenta de LLM que simula conversas humanas com um chatbot, desenvolvida pela empresa OpenAI, mais conhecida como ChatGPT.

2. REFERENCIAL TEORICO

Araújo (2009), explica que o pré-dimensionamento é uma fase fundamental no projeto de estruturas de concreto armado, pois permite uma avaliação inicial das dimensões dos elementos estruturais, antecipando possíveis falhas e contribuindo para a eficiência do projeto. Essa etapa é crucial para garantir que as dimensões estejam dentro das especificações exigidas pelas normas técnicas, como a NBR 6118:2023, além de ajudar a otimizar o uso de materiais,



evitando o desperdício e o superdimensionamento. Araújo (2009) destaca ainda que, ao fornecer informações preliminares, o pré-dimensionamento facilita a comunicação entre os diversos profissionais envolvidos, como engenheiros e arquitetos, além de permitir uma análise econômica mais precisa, garantindo as previsões financeiras e técnicas do projeto

Esse processo atualmente é realizado utilizando fórmulas empíricas e métodos simplificados para estimar as dimensões de elementos como vigas, pilares e lajes. As ferramentas tradicionais incluem tabelas de dimensionamento, além de softwares de engenharia como SAP2000, Eberick e TQS, que auxiliam na modelagem estrutural e na estimativa das dimensões para os elementos do projeto.

Para o pré-dimensionamento de uma estrutura reticulada em concreto armado é importante entender que ela é composta por 3 elementos principais, que são os pilares, as vigas e as lajes. Com isso a etapa de pré-dimensionamento é realizada separadamente para os 3 elementos.

É importante reforçar que existem diferentes métodos de pré-dimensionamento e para esse estudo será escolhido uma das vertentes para realizar as análises. Ao avaliar o dimensionamento preliminar dos pilares é importante se iniciar o posicionamento dos mesmos pela planta do pavimento tipo, respeitando, sempre que possível, o projeto arquitetônico para não criar descontinuidades e recuos dentro dos ambientes da planta analisada. Além disso, é recomendável que a dimensão de maior inércia dos pilares esteja disposta na direção de menor inércia da projeção do pavimento tipo e os pilares não devem atrapalhar as vagas de estacionamento nos pavimentos que não são repetidos, como garagens e área comum.

Para estimar as dimensões dos pilares, após a etapa de locação, utiliza-se o método das áreas de influências de cada pilar através de alguns parâmetros, que dependem de onde estão posicionados cada um dos elementos (Delalibera, 2023).

Pensando no pré-dimensionamento de vigas é necessário se realizar uma relação entre o comprimento dos tramos da viga a sua forma de vinculação com a estrutura, determinando assim as dimensões da seção transversal dessa viga (Delalibera, 2023).

Assim como as vigas, é obrigatório seguir as dimensões mínimas das lajes estabelecidas pela NBR 6118:2023, logo nenhuma laje deve ter a espessura menor que essas dimensões. Além disso, a forma como as lajes se conectam às vigas é de extrema importância para a assertividade do pré-dimensionamento. Deve-se considerar se elas são apoiadas ou engastadas, classificando-



as conforme essa vinculação. A partir dessa classificação, é possível determinar a espessura das lajes dessa estrutura e seguir para o dimensionamento final dos elementos (Delalibera, 2023).

No entanto, nessa etapa não existe de fato uma exatidão dos esforços solicitantes da estrutura para poder definir a dimensão das peças. Tal circunstância exige de cada projetista um critério próprio, baseado nos parâmetros exigidos pela norma. Diante desse contexto, observa-se que por ser um momento do projeto que exige uma certa subjetividade de cada projetista, cria-se margem para diferentes visões sobre o mesmo cenário, no qual o engenheiro pode ser mais conservador e agir em função da segurança, por exemplo, o que possivelmente superdimensionará essa estrutura logo de início. Tal decisão pode exigir um reajuste do projeto em etapas posteriores a respeito do que foi definido no processo do pré-dimensionamento, com o objetivo de se adequar aos custos e otimizar ao máximo a estrutura (Araújo, 2009).

Analisando o processo descrito, a LLM pode agilizar e auxiliar nas decisões tomadas dentro do projeto. Com o uso de ferramentas baseadas nesse tipo de Inteligência Artificial, é possível gerar vários cenários de maneira instantânea, permitindo simulações rápidas e complexas.

Uma dessas ferramentas de LLM é o ChatGPT. O ChatGPT é um modelo de linguagem desenvolvido pela OpenAI, baseado na arquitetura GPT (Generative Pre-trained Transformer). Sua criação foi iniciada com o GPT original, que passou por várias versões, aprimorando sua capacidade de compreensão e geração de texto. A versão utilizada nesse estudo foi a versão GPT-4o. De acordo com a OpenAI (2022), desenvolvedora da ferramenta:

“Treinamos esse modelo usando Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF), usando os mesmos métodos do InstructGPT, mas com pequenas diferenças na configuração da coleta de dados. Treinamos um modelo inicial usando ajuste fino supervisionado: instrutores de IA humana forneceram conversas nas quais eles representavam ambos os lados — o usuário e um assistente de IA. Demos aos instrutores acesso a sugestões escritas pelo modelo para ajudá-los a compor suas respostas. Misturamos esse novo conjunto de dados de diálogo com o conjunto de dados do InstructGPT, que transformamos em um formato de diálogo.”

O ChatGPT é baseado em uma ferramenta de texto em diálogo, no qual o usuário escreve algo para a ferramenta e ela responde simultaneamente, simulando uma conversa com um ser humano, mas sempre com referência às bases de dados que ela possui devido ao método de aprendizado explicado anteriormente.

Além do método de aprendizado do ChatGPT, é importante entender como funciona o processamento de imagens por meio do OCR (Optical Character Recognition ou



Reconhecimento óptico de Caracteres). Como explica Memon, Sami e Khan (2020), o OCR é uma tecnologia que permite a extração automática de texto contido em imagens, tais como documentos digitalizados, fotografias de placas, páginas de livros e outros suportes visuais. Seu principal objetivo é viabilizar a transformação do conteúdo gráfico em texto editável, pesquisável e armazenável em formato digital, promovendo maior eficiência em processos de digitalização e automação documental.

Ferreira (2022), explica que o procedimento de reconhecimento se inicia com a etapa de pré-processamento da imagem, fundamental para garantir a precisão do sistema. Nessa fase, aplicam-se técnicas como a conversão para tons de cinza, binarização, remoção de ruídos, correção de inclinação e, frequentemente, a redução da resolução da imagem. Esta última tem por finalidade otimizar o desempenho computacional, reduzindo o tempo de processamento e o consumo de memória. A redução, no entanto, é realizada de forma controlada, preservando a nitidez dos caracteres. Imagens com resolução excessivamente alta podem introduzir ruído visual e comprometer a eficácia do reconhecimento, sendo, por isso, frequentemente redimensionadas para valores entre 300 e 600 DPI, considerados ideais para o OCR.

Após o pré-processamento, o sistema realiza a segmentação do texto na imagem, identificando blocos, linhas, palavras e caracteres. Na sequência, ocorre a etapa de reconhecimento propriamente dita, na qual os caracteres são analisados e comparados com modelos padronizados, utilizando algoritmos baseados em aprendizado de máquina. Tais modelos permitem o reconhecimento preciso mesmo em contextos com fontes tipográficas variadas, baixa qualidade de imagem ou manuscritos (Ferreira, 2022).

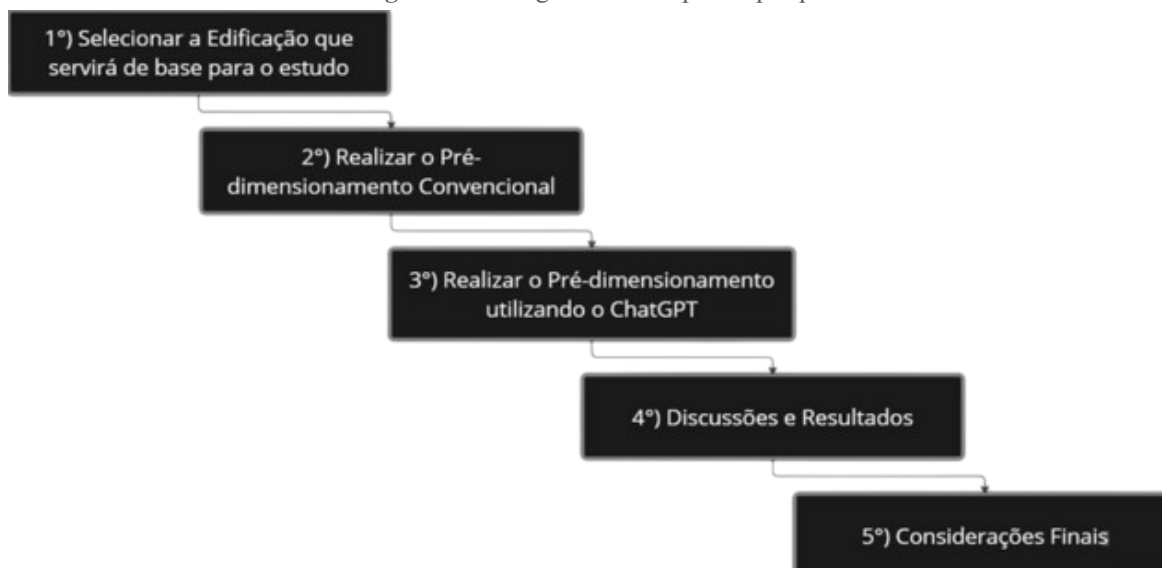
Por fim, é realizada a fase de pós-processamento, cujo objetivo é corrigir erros de leitura com base em dicionários lexicais, regras linguísticas e contexto textual. Essa etapa contribui para refinar os resultados, eliminando ambiguidade entre caracteres visualmente semelhantes (como "0" e "O", ou "1" e "l") e ajuste da imagem ao tamanho original (Ferreira, 2022).

3. METODOLOGIA

Este estudo tem caráter exploratório e visa comparar o pré-dimensionamento convencional de estruturas de concreto armado com o pré-dimensionamento auxiliado por LLM. Para isso, serão estabelecidos parâmetros estruturais padronizados, que podem ser aplicados em ambas as soluções encontradas, garantindo uma análise crítica consistente. A pesquisa adotou uma abordagem experimental, nos quais diferentes cenários foram analisados para identificar

convergências e divergências nos resultados obtidos. A figura 1 representa um fluxograma das etapas de pesquisa realizadas nesse estudo.

Figura 1: Fluxograma das etapas de pesquisa



Fonte: Autor (2025)

1º Passo) Nessa etapa será escolhido um projeto arquitetônico que servirá como base para todo o estudo. O pré-dimensionamento será realizado a partir dessa planta arquitetônica, tanto para a abordagem convencional, quanto para o pré-dimensionamento utilizando o ChatGPT;

2º Passo) Após a escolha do projeto, se iniciará o pré-dimensionamento utilizando os métodos convencionais, com auxílio de um material didático produzido pelo Professor Doutor Rodrigo Gustavo Delalibera da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

3º Passo) Realização do pré-dimensionamento da estrutura escolhida utilizando o ChatGPT, serão exploradas diferentes abordagens para os dados de entrada na ferramenta. Como por exemplo, a inserção de imagens sem outro tipo de informação, a descrição textual da estrutura analisada, entre outros.

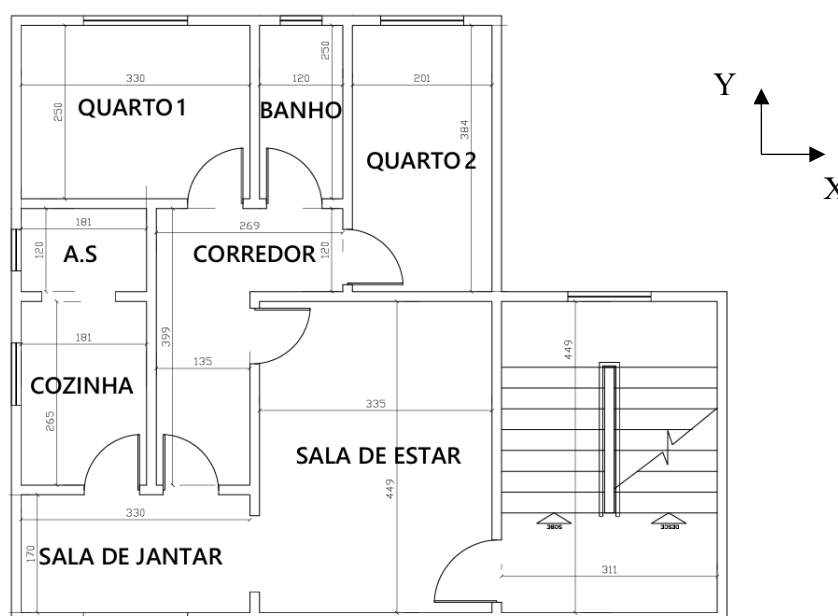
4º Passo) Análise comparativa dos resultados obtidos através dos pré-dimensionamentos, utilizando parâmetros normativos e avaliação da praticidade dos dois métodos.

5º Passo) Considerações Finais

4. ESCOLHA DO PROJETO

O Projeto escolhido para servir como base para o estudo foi uma planta baixa simples de edifício de 5 pavimentos, apresentada na figura 2, contendo apenas 1 apartamento por pavimento com 2 quartos, 1 banheiro, cozinha com área de serviço integrada, uma sala de jantar e uma sala de estar. Como o estudo trata de uma análise inicial e preliminar a respeito do potencial que a LLM possui nessa etapa de um projeto, optou-se por uma planta simples para que seja um ponto de partida do estudo, por permitir um maior controle das variáveis envolvidas no projeto e no pré-dimensionamento, para que, a depender dos resultados, essa análise evolua e se torne cada vez mais completa em geométricas mais complexas.

Figura 2: Planta Baixa do projeto utilizado no estudo



Fonte: Autor (2025)

5. PRÉ-DIMENSIONAMENTO CONVENCIONAL

5.1. LANÇAMENTO ESTRUTURAL

O processo de lançamento estrutural de um projeto de engenharia se dá em sua fase inicial e tem como objetivo definir, preliminarmente, a posição dos elementos estruturais, bem como suas dimensões para que sejam iniciados os cálculos e verificações de segurança e

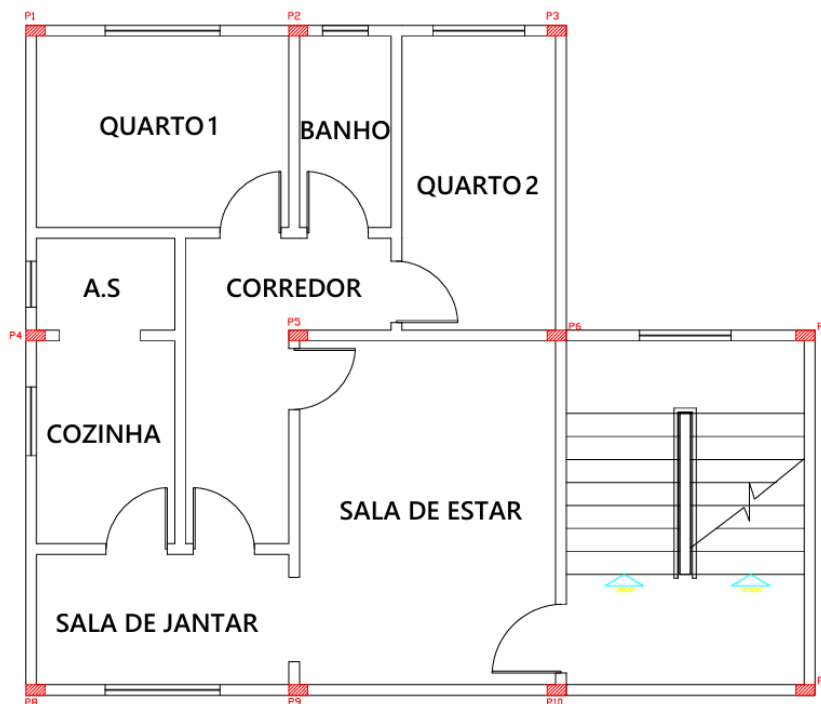
serviço, tendo sempre como base e referência principal os projetos arquitetônicos, destacando sempre que esses ditarão as escolhas feitas pelos projetos complementares de engenharia.

Alguns pontos importantes que devem ser observados são: para esse projeto em específico os pavimentos-tipo são reproduções do pavimento térreo, ou seja, não haverá pontos de interferência entre esses pavimentos. Além disso, a ausência de pavimento de garagem eliminou interferências com vagas de estacionamento, simplificando o lançamento inicial, que pode ser iniciado a partir do pavimento tipo.

Para finalizar a análise inicial, deve-se levar em conta o formato, em planta, da edificação, já que, a disposição dos pilares contribui ativamente para a estabilidade global da estrutura. No projeto em questão a planta tem formato aproximadamente quadrado, possuindo dimensões aproximadas em seu eixo x e y. Com base nessa análise de simetria, o fato de que os centros de massa e de rigidez tendem a coincidir, a disposição direcional dos pilares, voltada à mitigação de efeitos provocados por ações laterais, não foi priorizada nesta abordagem inicial.

Além disso, pode-se ressaltar que foram adotados espaçamentos para os pilares entre 3 e 7 metros, o que limita também a altura máxima que as vigas terão em cada tramo. A homogeneização das alturas de vigas faz parte do processo de pré-dimensionamento. Portanto, a figura 3 representa o lançamento de pilares encontrado.

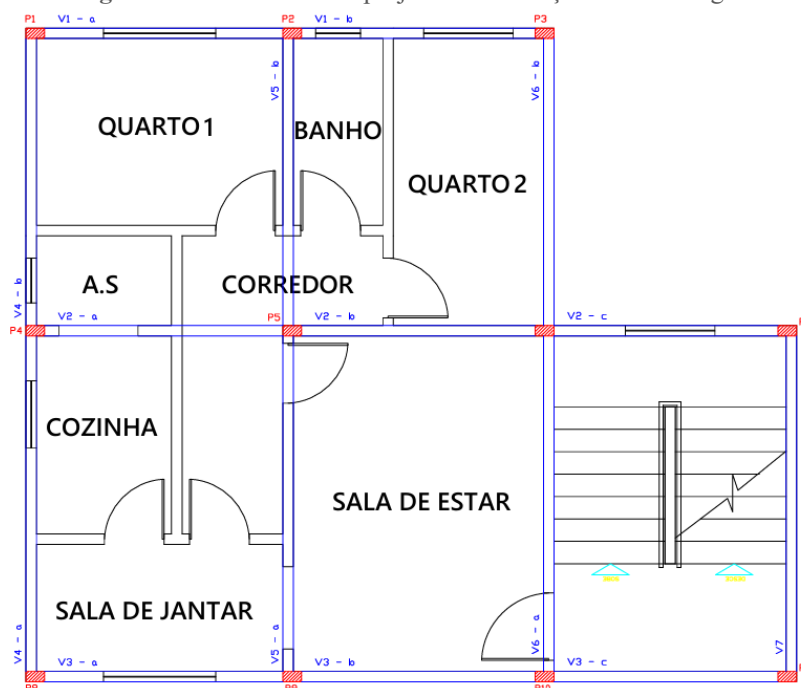
Figura 3: Planta Baixa do projeto com o lançamento dos pilares



Fonte: Autor (2025)

Para essa etapa de lançamento estrutural, é importante compreender que a disposição de pilares e, conseqüentemente vigas, deverá ser preferencialmente feita de modo a formar pórticos dentro da estrutura, tanto na direção x, quanto em y. Essa ideia não deve ser limitante do lançamento, impedindo que um pilar “fora” do pórtico seja lançado, porém caso esse tipo de lançamento seja possível a etapa de cálculo do dimensionamento definitivo desses elementos pode ser facilitada e mais direta. Dessa forma, definiu-se quais seriam as vigas dessa estrutura conforme apresentado na figura 4.

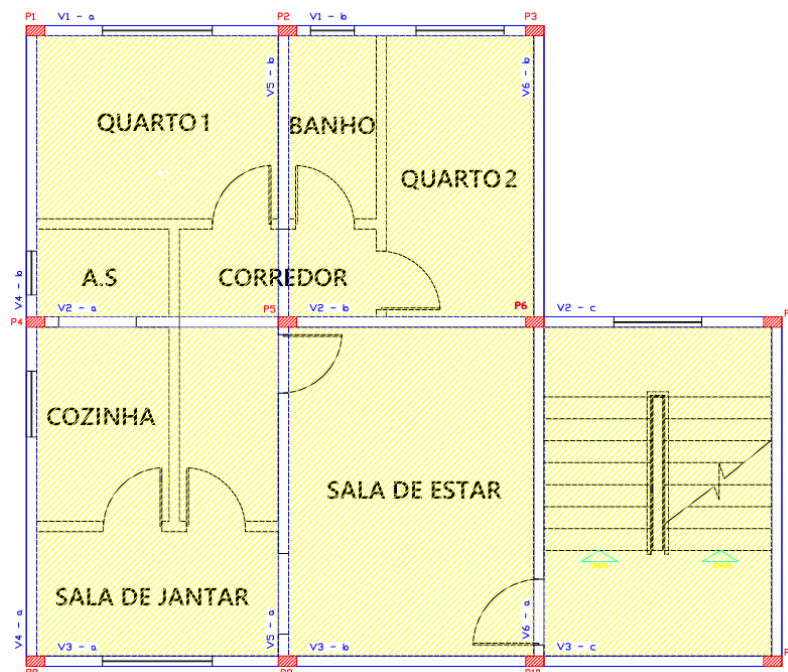
Figura 4: Planta Baixa do projeto com o lançamento das vigas



Fonte: Autor (2025)

Por fim, a definição desses elementos gera as lajes que irão compor o pavimento. Ao total foram alocados 11 pilares, 7 vigas e 5 lajes. As lajes estão discriminadas na figura 5.

Figura 5: Planta Baixa do projeto com o lançamento estrutural completo



Fonte: Autor (2025)

5.2. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS LAJES

A princípio foi definido em quantas direções a laje será armada, utilizando a equação 1 abaixo, é possível relatar que a laje é armada em uma direção e utilizando a equação 2 ela será armada em duas direções:

$$\frac{l_y}{l_x} > 2 \quad (1)$$

$$\frac{l_y}{l_x} \leq 2 \quad (2)$$

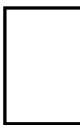
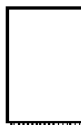


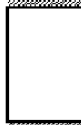
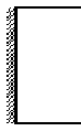


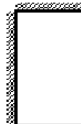
onde,

l_y : comprimento da laje na direção Y

l_x : comprimento da laje na direção X

Em seguida foi definido o tipo de laje com base na vinculação entre elas, seguindo a tabela 1.

Tabela 1: Casos de vinculação das lajes

Caso	Vinculação	Caso	Vinculação	Caso	Vinculação
1		2A		2B	
Quatro bordas simplesmente apoiadas		Uma borda menor engastada		Uma borda maior engastada	
3		4A		4B	
Duas bordas adjacentes engastadas		Duas bordas menores engastadas		Duas bordas maiores engastadas	
5A		5B		6	
Uma borda maior apoiada		Uma borda menor apoiada		Quatro bordas engastadas	

Fonte: Pinheiro (2007)

Com as vinculações definidas, considerando n o número de pavimentos e adotando que a estrutura analisada se encontra em Classe de Agressividade Ambiental II foi possível calcular a altura útil de cada uma das lajes com base nas equações 3, 4 e 5 abaixo.

$$h = d + 2,5 \quad (3)$$

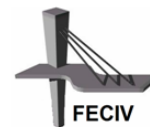
$$d = (2,5 - 0,1 * n) * l^* \quad (4)$$

$$l^* \leq \begin{cases} l_x \\ 0,7 * l_y \end{cases} \quad (5)$$

onde,

h: altura da laje

d: altura útil



De acordo com a norma ABNT NBR 6118:2023, as lajes maciças devem respeitar os seguintes limites mínimos para a espessura:

- 7 cm para cobertura não em balanço;
- 8 cm para lajes de piso sem balanço;
- 10 cm para lajes em balanço.

A tabela 2 apresenta os comprimentos para cada uma das lajes do projeto e a seguir a tabela 3 com os valores calculados para espessura delas.

Tabela 2: Comprimentos l_x e l_y das Lajes

Dimensões das Lajes		
Laje	l_x (cm)	l_y (cm)
L1	344	398
L2	349	398
L3	344	463
L4	349	463
L5	325	463

Fonte: Autor (2025)

Tabela 3: Pré-dimensionamento das lajes

Pré-Dimensionamento de Lajes							
Laje	l_y/l_x	Tipo de armação	Tipo de laje	d (altura útil)	h (altura da laje)	Verificação	Altura adotada
L1	1,16	2 direções	3	6,41	8,91	>8	9
L2	1,14	2 direções	3	6,41	8,91	>8	9
L3	1,35	2 direções	3	7,45	9,95	>8	10
L4	1,33	2 direções	2A	7,13	9,63	>8	10
L5	1,42	2 direções	2B	7,78	10,28	>8	11

Fonte: Autor (2025)

5.3. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS

Em um projeto de estruturas de um edifício, as vigas atuam como elementos de suporte horizontal que distribuem as cargas aplicadas sobre a estrutura, conectando elementos verticais, como colunas e paredes, e transferindo as cargas para as fundações. Assim, seu principal objetivo é garantir que as cargas sejam distribuídas de maneira eficiente e segura, prevenindo deformações excessivas e mantendo a estabilidade da estrutura.

Segundo a ABNT NBR 6118:2023 a seção transversal das vigas não pode apresentar largura menor que 12 cm e a das vigas-parede, menor que 15 cm. Estes limites podem ser reduzidos, respeitando-se um mínimo absoluto de 10 cm em casos excepcionais conforme o item 13.2.2 da norma.

No entanto, é recomendado que a largura da viga seja definida de forma que ela se integre com a alvenaria. Dessa forma, a largura adotada para as vigas foi de 14 cm. Já a altura, quando não há imposições ou restrições por parte do projeto arquitetônico, pode ser calculada com 10% do vão da viga que é a forma mais usual para determinar a dimensão da viga no pré-dimensionamento. A tabela 4 apresenta os valores encontrados para o pré-dimensionamento das vigas.

Tabela 4: Pré-dimensionamento das Vigas

Pré-Dimensionamento de Vigas						
Vigas		Espessura	Vão (cm)	Altura útil	Verificação	Altura adotada
V1	Tramo a	14	344	35	>12	40
	Tramo b	14	349	35	>12	40
V2	Tramo a	14	344	35	>12	40
	Tramo b	14	349	35	>12	40
	Tramo c	14	325	33	>12	40
V3	Tramo a	14	344	35	>12	40
	Tramo b	14	349	35	>12	40
	Tramo c	14	325	33	>12	40
V4	Tramo a	14	463	47	>12	50
	Tramo b	14	398	40	>12	40
V5	Tramo a	14	463	47	>12	50
	Tramo b	14	398	40	>12	40
V6	Tramo a	14	463	47	>12	50
	Tramo b	14	398	40	>12	40
V7	-	14	463	47	>12	50

Fonte: Autor (2025)

Deve-se reforçar que valores apresentados possuem a finalidade didática, pois entende-se que para um pré-dimensionamento de uma estrutura que será executada os valores adotados

para as vigas e lajes são padronizados para todos os elementos conforme o maior valor calculado.

5.4. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS PILARES

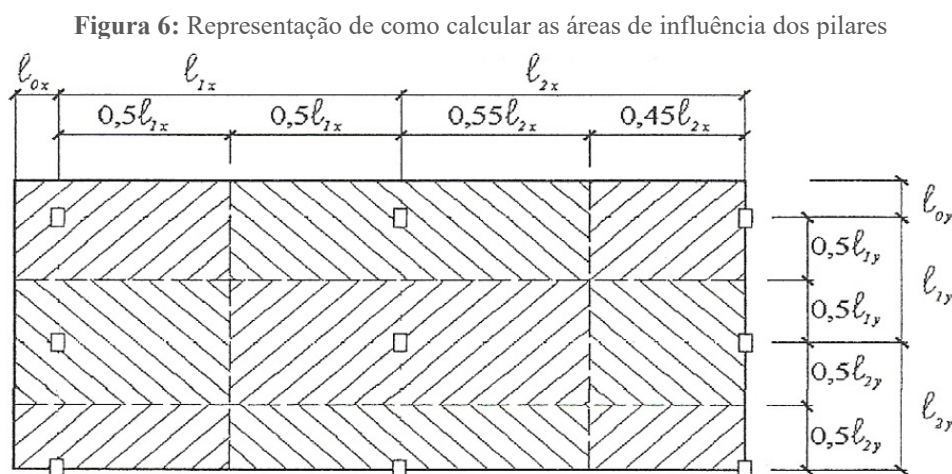
Na construção civil, os pilares são elementos estruturais verticais responsáveis por suportar e transferir as cargas provenientes das vigas, lajes e outros componentes horizontais para a fundação da construção.

Inicia-se o processo de pré-dimensionamento de pilar, estimando sua carga, por meio das áreas de influência. Este processo consiste em dividir a área total do pavimento em áreas de influência, relativas a cada pilar e, a partir daí, estimar a carga que eles irão absorver.

A área de influência pode ser obtida dividindo-se as distâncias entre seus eixos em intervalos que variam entre $0,45l$ e $0,55l$, no qual l representa o vão entre os pilares (Delalibebra, 2023).

- $0,45l$: pilar de extremidade e de canto, na direção da sua menor dimensão;
- $0,55l$: complementos dos vãos do caso anterior;
- $0,50l$: pilar de extremidade e de canto, na direção da sua maior dimensão.

A figura 6 apresenta uma representação gráfica de como calcular as áreas de influência dos pilares.

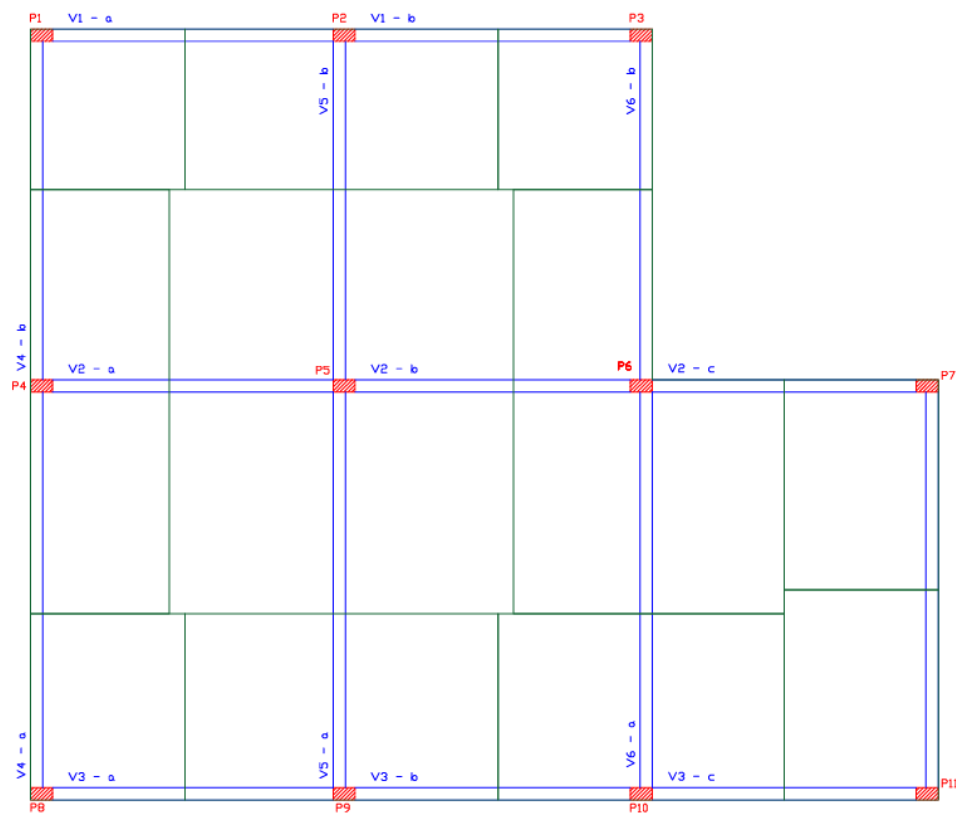


Área de influência de pilar para pré-dimensionamento da carga

Fonte: Giongo (2008)

Dessa forma, foi possível determinar as áreas de influência de cada um dos pilares do projeto em questão, que estão representadas na figura 7 a seguir.

Figura 7: Áreas de influência dos pilares da estrutura

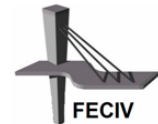


Fonte: Autor (2025)

Utilizando a equação 6 (Delalibera, 2023), e delimitando a menor dimensão do pilar sendo 14 cm para ficar embutido na alvenaria, é possível determinar a área da secção transversal e assim determinar a outra dimensão do pilar.

$$A_c = \frac{30aAY_n(n+0,7)}{f_{ck}+0.01(69,2-f_{ck})} \quad (6)$$

$$Y_n = 1,95 - 0,05b \quad (7)$$



onde,

A_c : Área de concreto da seção transversal do pilar

α : Coeficiente de majoração em relação a posição do pilar (tabela 5)

A : Área de influência do pilar

n : número de pavimentos que descarregam no pilar

Y_n : Carga específica estimada

f_{ck} : Resistência a compressão do concreto utilizado

Tabela 5: Valores de coeficiente (α)

Posição do Pilar	Coeficiente (α)
Interno	1,30
Extremidade	1,50
Canto	1,80

Fonte: Autor (2025)

Segundo a ABNT NBR 6118:2023 A seção transversal de pilares e pilares-parede maciços, qualquer que seja a sua forma, não pode apresentar dimensão menor que 19 cm. Em casos especiais, permite-se a consideração de dimensões entre 19 cm e 14 cm, desde que se multipliquem os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados no dimensionamento por um coeficiente adicional Y_n . Em qualquer caso, não se permite pilar com seção transversal de área inferior a 360 cm².

Seguindo as equações descritas foram encontrados os seguintes valores de dimensões para os pilares do projeto dispostos na tabela 6.

Tabela 6: Pré-Dimensionamento de Pilares

Pré-Dimensionamento de Pilares (bxh)										
Pilares	Posição do pilar	Área de influência (m ²)	a	n	b	Y_n	A_c	h	h adotado	Verificação Área > 360 cm ²
P1	Canto	3,1985	1,8	5	14	1,25	264,54	19,00	20	280
P2	Extremidade	6,4881	1,5	5	14	1,25	447,17	32,00	40	560
P3	Canto	3,1985	1,8	5	14	1,25	264,54	19,00	20	280
P4	Extremidade	7,6013	1,5	5	14	1,25	523,90	38,00	40	560
P5	Interno	18,8217	1,3	5	14	1,25	1124,26	81,00	90	1260
P6	Interno	11,5838	1,3	5	14	1,25	691,93	50,00	50	700
P7	Canto	4,1738	1,8	5	14	1,25	345,20	25,00	30	420
P8	Canto	3,7118	1,8	5	14	1,25	306,99	22,00	30	420
P9	Extremidade	7,5294	1,5	5	14	1,25	518,94	38,00	40	560
P10	Extremidade	6,8843	1,5	5	14	1,25	474,48	34,00	40	560
P11	Canto	4,1737	1,8	5	14	1,25	345,19	25,00	30	420

Fonte: Autor (2025)



6. PRÉ-DIMENSIONAMENTO COM O CHATGPT

Para a realização do pré-dimensionamento utilizando a ferramenta ChatGPT, foram estabelecidas duas abordagens distintas para a inserção das informações na plataforma, com o objetivo de avaliar sua eficiência e aplicabilidade ao processo de dimensionamento estrutural.

A primeira abordagem consiste no envio de um roteiro completo contendo todas as etapas do pré-dimensionamento. Nesse roteiro são apresentadas as considerações iniciais, os critérios de lançamento estrutural, bem como os procedimentos para o dimensionamento preliminar de lajes, vigas e pilares. Após a definição metodológica, a planta arquitetônica do edifício é inserida na ferramenta, permitindo que o ChatGPT realize o pré-dimensionamento completo com base nas instruções previamente fornecidas

A segunda abordagem propõe a realização do pré-dimensionamento por etapas. Inicialmente, explica-se uma etapa específica do processo, como o lançamento estrutural, e em seguida solicita-se à ferramenta que execute etapa com base na planta fornecida. Após a conclusão, prosseguir com a próxima etapa do roteiro como o pré-dimensionamento das lajes, vigas, pilares, e assim sucessivamente até que todo o pré-dimensionamento tenha sido concluído.

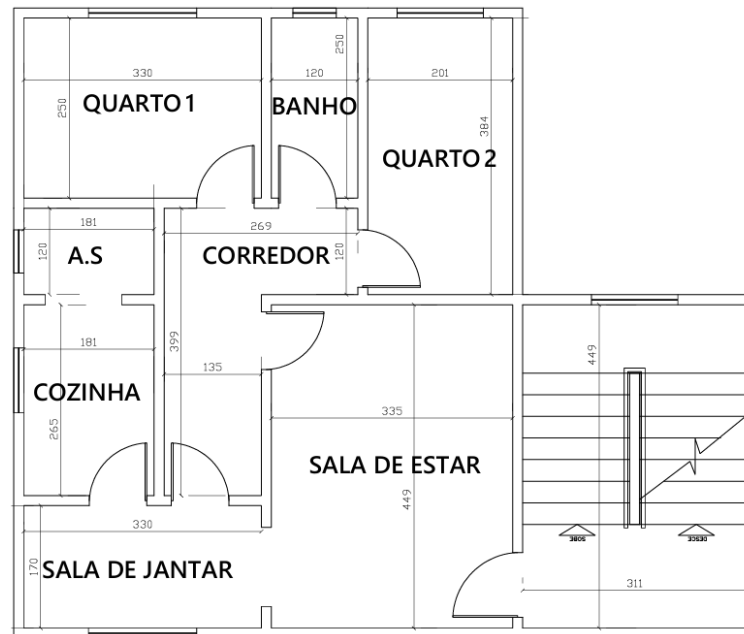
A adoção dessas duas metodologias visa analisar a capacidade da ferramenta em interpretar instruções técnicas tanto de forma global quanto segmentada, permitindo verificar sua aplicabilidade, precisão e consistência no apoio ao desenvolvimento de projetos estruturais.

6.1. PRIMEIRA TENTATIVA

Como explicado anteriormente, para realizar essa 1ª tentativa foi enviado o roteiro para o ChatGPT com o intuito dele entender e aprender como funciona o pré-dimensionamento de uma estrutura de concreto armado. O roteiro utilizado foi o mesmo utilizado para realizar o pré-dimensionamento convencional, com as mesmas considerações da norma. Diante do explicado foi enviado a figura 8 junto com a seguinte mensagem: “Leia a imagem e suas medidas. Crie um pré-dimensionamento da estrutura em concreto armado seguindo o roteiro enviado anteriormente. Considere que essa imagem é a planta de um edifício com 5 pavimentos sem pavimento garagem e todos os pavimentos do edifício seguem essa mesma configuração. Além disso, considere que as medidas estão em centímetros e as paredes representadas apresentam

14 cm de espessura. Realize o pré-dimensionamento sem modificar a planta arquitetônica original.”

Figura 8: Planta baixa arquitetônica com medidas dos cômodos



Fonte: Autor (2025)

A partir disso, o ChatGPT apresentou um resumo com as considerações realizadas para o pré-dimensionamento e gerou os resultados para as dimensões dos elementos da estrutura analisada dipostos na tabela 8 e 9.

Tabela 8: Pré-dimensionamento das Lajes

Pré-dimensionamento de Lajes								
Laje	Tipo de Armadura	lx (m)	ly (m)	l* (m)	Altura útil d (cm)	Altura total h (cm)	Altura Adotada (cm)	Localização
LAJE 1	Dupla Direção	3,3	4,5	3,15	6,3	8,8	9	Sala Estar e Jantar
LAJE 2	Dupla Direção	3,3	3,3	2,31	4,62	7,12	8	Cozinha
LAJE 3	Dupla Direção	2,6	3,3	2,31	4,62	7,12	8	Quarto 1
LAJE 4	Dupla Direção	2,8	3,3	2,31	4,62	7,12	8	Quarto 2
LAJE 5	Dupla Direção	3,9	3,3	2,31	4,62	7,12	8	Corredor + Banheiro
LAJE 6	Dupla Direção	2,5	3,3	2,31	4,62	7,12	8	Área de Serviço
LAJE 7	Dupla Direção	2	2,5	1,75	3,5	6	8	Escada (superior)
LAJE 8	Dupla Direção	2	2,5	1,75	3,5	6	8	Escada (inferior)

Fonte: ChatGPT (2025)

Tabela 9: Pré-dimensionamento das Vigas

Pré-Dimensionamento de Vigas			
Viga	Largura (cm)	Altura (cm)	Vão (m)
V1	14	45	4,5
V2	14	45	4,5
V3	14	30	3
V4	14	30	3
V5	14	45	4,5
V6	14	45	4,5
V7	14	30	3
V8	14	30	3
V9	14	45	4,5
V10	14	45	4,5
V11	14	30	3
V12	14	30	3
V13	14	45	4,5
V14	14	45	4,5
V15	14	30	3
V16	14	30	3

Fonte: ChatGPT (2025)

Analisando os resultados obtidos nas tabelas 8 e 9, percebe-se que apesar das considerações das lajes e vigas no lançamento estrutural estarem diferentes do que foi encontrado pelo pré-dimensionamento, as dimensões dos estão condizentes e relativamente próximos do que foi encontrado como mostrado nas tabela 10 e 11.

Tabela 10: Comparação entre os pilares dos 2 métodos

Pré-dimensionamento tradicional		Pré-dimensionamento do ChatGPT	
Lajes	Altura adotada	Lajes	Altura adotada
L1	9	L1	9
L2	9	L2	8
L3	10	L3	8
L4	10	L4	8
L5	11	L5	8
		L6	8
		L7	8
		L8	8

Fonte: ChatGPT (2025)

Tabela 11: Comparação entre as vigas dos 2 métodos

Pré-Dimensionamento tradicional				Pré-Dimensionamento com ChatGPT		
Viga		Espessura	Altura adotada	Viga	Espessura	Altura adotada
V1	Tramo a	14	40	V1	14	45
	Tramo b	14	40	V2	14	45
V2	Tramo a	14	40	V3	14	30
	Tramo b	14	40	V4	14	30
	Tramo c	14	40	V5	14	45
V3	Tramo a	14	40	V6	14	45
	Tramo b	14	40	V7	14	30
	Tramo c	14	40	V8	14	30
V4	Tramo a	14	50	V9	14	45
	Tramo b	14	40	V10	14	45
V5	Tramo a	14	50	V11	14	30
	Tramo b	14	40	V12	14	30
V6	Tramo a	14	50	V13	14	45
	Tramo b	14	40	V14	14	45
V7	-	14	50	V15	14	30
				V16	14	30

Fonte: ChatGPT (2025)

No entanto ao analisar o pré-dimensionamento dos pilares, na tabela 12, nota-se que ocorreu um problema no momento de se realizar o cálculo das áreas de influência de cada um dos pilares. Segue abaixo a tabela com o dimensionamento preliminar dos pilares.

Tabela 12: Pré-dimensionamento dos Pilares

Pré-Dimensionamento de Pilares (bxh)									
Pilar	Posição	Vão X (m)	Vão Y (m)	Área de influência (m²)	Coefficiente a	Yn	Largura (cm)	Altura calculada (cm)	Área da seção (cm²)
P1	canto	3,3	4,5	3,71	1,8	1,25	14	26	364
P2	canto	3,3	4,5	3,71	1,8	1,25	14	26	364
P3	extremidade	3,3	4,5	7,42	1,5	1,25	14	26	364
P4	extremidade	3,3	4,5	7,42	1,5	1,25	14	26	364
P5	canto	3,3	4,5	3,71	1,8	1,25	14	26	364
P6	canto	3,3	4,5	3,71	1,8	1,25	14	26	364
P7	extremidade	3,3	4,5	7,42	1,5	1,25	14	26	364
P8	extremidade	3,3	4,5	7,42	1,5	1,25	14	26	364
P9	interno	3,3	4,5	14,85	1,3	1,25	14	26	364
P10	interno	3,3	4,5	14,85	1,3	1,25	14	26	364
P11	interno	3,3	4,5	14,85	1,3	1,25	14	26	364
P12	interno	3,3	4,5	14,85	1,3	1,25	14	26	364
P13	interno	3,3	4,5	14,85	1,3	1,25	14	26	364
P14	interno	3,3	4,5	14,85	1,3	1,25	14	26	364

Fonte: ChatGPT (2025)

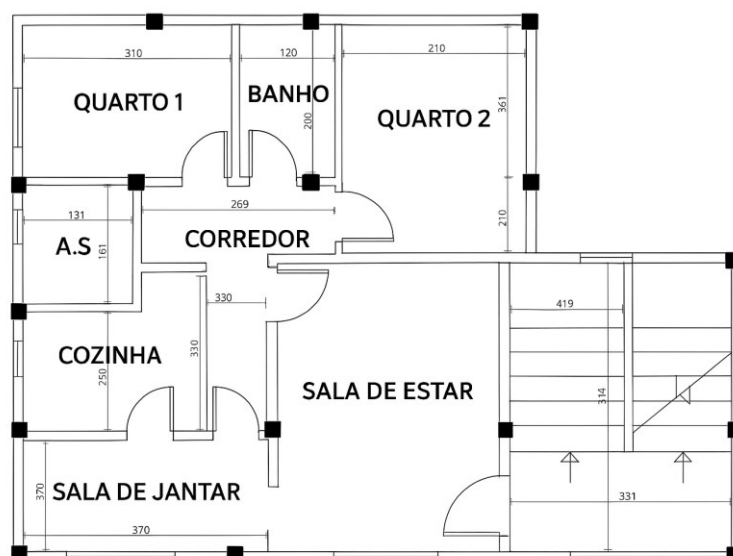
Observa-se que, no processo de determinação das áreas de influência dos pilares, a ferramenta não seguiu a recomendação técnica de calcular essa área individualizada para cada peça. Em vez disso, adotou uma abordagem genérica, atribuindo valores padronizados de

acordo com as categorias de posicionamento (canto, extremidade e internos). Essa simplificação não está em conformidade com os procedimentos especificados para o pré-dimensionamento.

Após a análise das inconsistências, foram realizadas tentativas de ajuste no uso da ferramenta, incluindo a reformulação das instruções sobre os critérios corretos para o cálculo das áreas de influência. Embora o ChatGPT tenha reconhecido que os cálculos realizados anteriormente estavam incorretos e tentado refazê-los com base nas novas orientações, os resultados permaneceram imprecisos. Os valores continuaram sendo definidos com base exclusivamente na categorização dos pilares, desconsiderando as áreas de influência específicas de cada um.

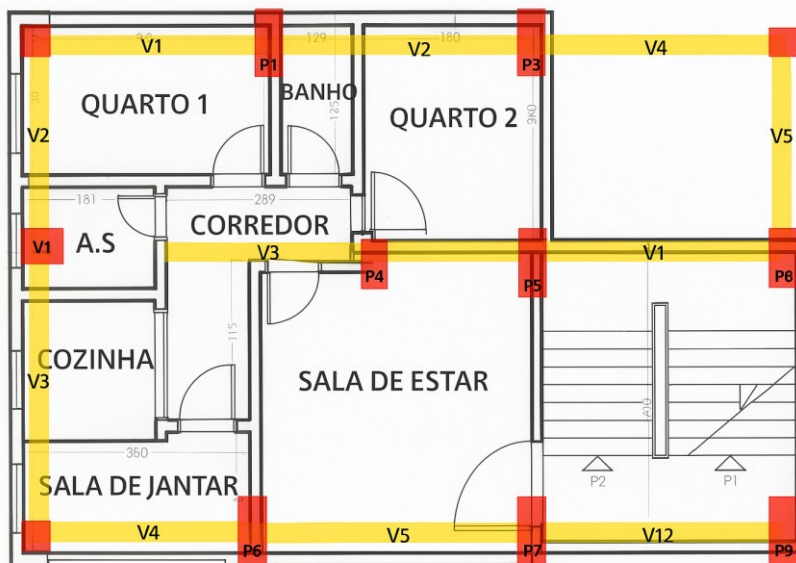
Para tentar entender melhor os resultados obtidos, solicitou-se uma representação do lançamento estrutural com base na planta enviada. Contudo, verificou-se que o ChatGPT não foi capaz de gerar essas representações com precisão, conforme apresentado nas figuras 9 e 10. Observou-se, em diferentes testes realizados, a planta original foi redimensionada de forma indevida, ocasionando distorções e incoerências em relação ao layout arquitetônico enviado, o que também compromete a fidelidade do lançamento estrutural gerado. Em outras tentativas, observou-se ainda a inserção de pilares em posições inadequadas, como fora das paredes, contrariando diretrizes informadas de lançamento estrutural, que recomendam a locação dos pilares preferencialmente embutidos nesses elementos do projeto.

Figura 9: Lançamento estrutural feito pelo ChatGPT com redimensionamento dos cômodos



Fonte: ChatGPT (2025)

Figura 10: Lançamento estrutural feito pelo ChatGPT com pilares em locais inadequados



Fonte: ChatGPT (2025)

Dessa forma, essa abordagem foi encerrada sem que fosse possível obter resultados coerentes e satisfatórios para a estrutura analisada, evidenciando uma limitação da ferramenta, neste caso, na compreensão e processamento das imagens solicitadas.

6.2. SEGUNDA TENTATIVA

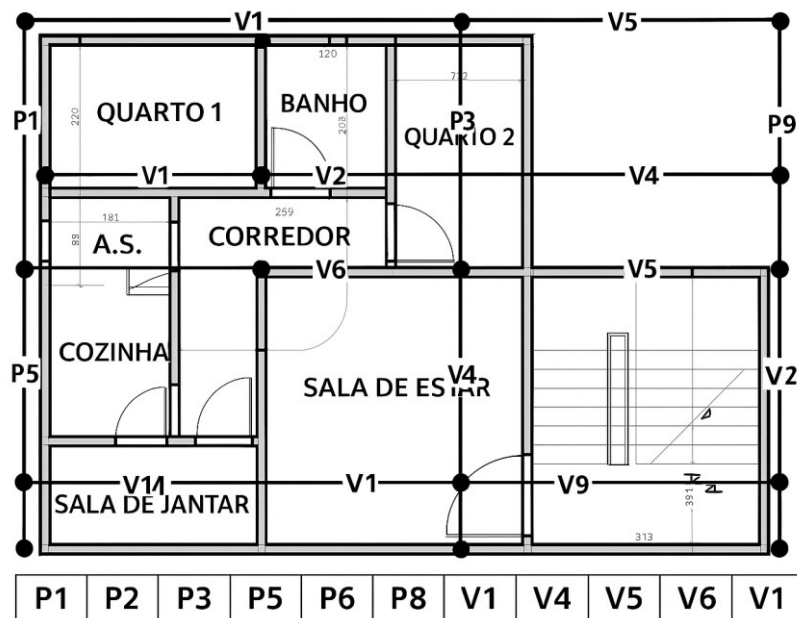
Nessa segunda tentativa a abordagem foi feita por etapas, onde serão explicados cada um dos passos separadamente um por vez em sequência, e em cada etapa foi solicitado para o ChatGPT interpretar e realizar os cálculos com base no que foi explicado em cada uma das etapas.

Assim como no pré-dimensionamento convencional, a primeira etapa a ser realizada é o lançamento estrutural. Todas as recomendações técnicas e diretrizes necessárias para a execução correta desse processo foram devidamente explicadas e enviadas à ferramenta. A partir dessas informações, o ChatGPT gerou algumas representações gráficas da estrutura proposta representada na figura 11 e 12. No entanto, de maneira semelhante à observada na primeira abordagem, a ferramenta não foi capaz de realizar o lançamento estrutural sem redimensionar a planta original do pavimento.

Além das alterações indevidas nas dimensões da planta, também foram identificadas inconsistências significativas, como o posicionamento incorreto de pilares fora da projeção da edificação e outras falhas que comprometem a coerência estrutural. Tais problemas indicam limitações da ferramenta na interpretação e reprodução da geometria original do projeto

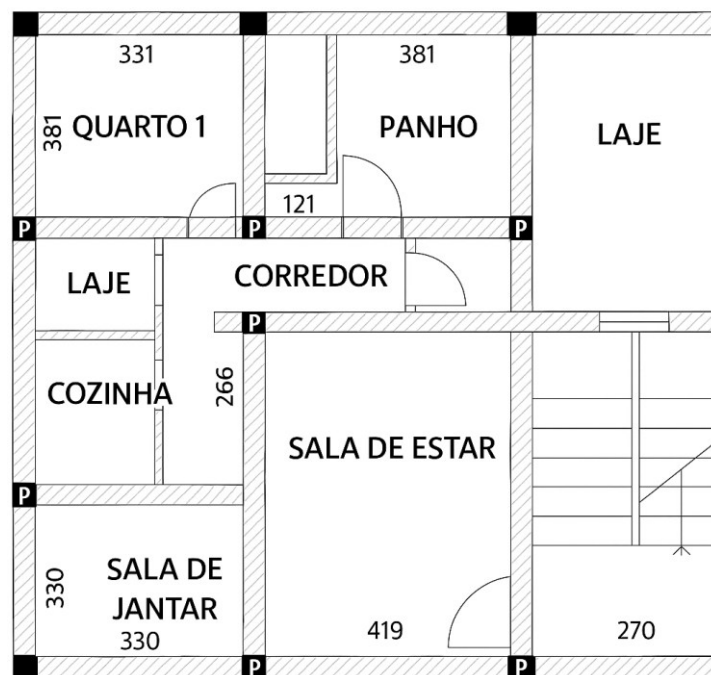
arquitetônico, o que inviabiliza a obtenção de um lançamento estrutural adequado nesta etapa do pré-dimensionamento.

Figura 11: Lançamento estrutural feito pelo ChatGPT da 2ª abordagem



Fonte: ChatGPT (2025)

Figura 12: Lançamento estrutural feito pelo ChatGPT da 2ª abordagem



Fonte: ChatGPT (2025)



Diante dos resultados obtidos, não foi possível dar continuidade às etapas subsequentes do pré-dimensionamento, pois o lançamento estrutural constitui a base para todo o desenvolvimento do dimensionamento dos demais elementos, como lajes, vigas e pilares, ou seja, levando em consideração que essa etapa inicial apresentou incoerências significativas e não seguiu fielmente a planta arquitetônica original, todo o restante do processo de pré-dimensionamento estaria comprometido.

7. DISCUSSÕES

A partir dos resultados obtidos por meio do pré-dimensionamento convencional e do pré-dimensionamento realizado com o uso do ChatGPT, é possível estabelecer uma comparação entre os principais elementos estruturais definidos em cada método. As análises iniciais são baseadas na quantidade e as dimensões de lajes, vigas e pilares, verificando as principais diferenças entre ambos os métodos bem como o atendimento às recomendações normativas. Essa comparação permite avaliar com maior clareza os acertos e as limitações da ferramenta de IA diante dos critérios técnicos exigidos na etapa de pré-dimensionamento de uma estrutura em concreto armado.

Analizando inicialmente os dados obtidos na primeira tentativa, observa-se que o ChatGPT considerou um total de 14 pilares no lançamento estrutural, enquanto o pré-dimensionamento convencional adotou apenas 11 pilares para o mesmo pavimento.. É possível que o ChatGPT tenha optado por inserir mais pilares internos como forma de garantir uma distribuição mais uniforme das cargas e maior estabilidade estrutural, porém, essa escolha em alguns pilares acabou não seguido de forma rigorosa a planta arquitetônica original, tal fato que será analisado posteriormente.

Com relação às vigas, verificou-se uma diferença expressiva na quantidade de elementos estruturais lançados entre os dois métodos. No pré-dimensionamento convencional foram consideradas 7 vigas, enquanto no realizado pelo ChatGPT foram lançadas 16 vigas. Essa diferença pode ter ocorrido devido à forma como a ferramenta segmentou os vãos da estrutura, resultando em uma quantidade maior de elementos do que o necessário. Em algumas regiões, onde um único tramo seria suficiente para atender aos requisitos técnicos, a ferramenta fragmentou o trecho em duas ou mais vigas, o que pode dificultar a execução da estrutura e comprometer a uniformidade do projeto. Outra diferença observada entre os dois métodos refere-se à nomenclatura dos elementos. No método convencional, vigas que apresentam o



mesmo alinhamento são consideradas como uma única viga composta por dois ou mais tramos, como por exemplo a viga V1, que apresenta os tramos “a” e “b”. Já no pré-dimensionamento realizado pelo ChatGPT, esse mesmo trecho seria considerado como duas vigas distintas, como V1 e V2, por exemplo. Apesar da diferença na quantidade, as dimensões atribuídas para largura e altura das vigas estiveram coerentes com os critérios normativos, com a ferramenta adotando, de forma correta, a largura de 14 cm, compatível com a espessura da alvenaria, e altura proporcional ao vão das vigas

A respeito das lajes, observa-se que ambas as abordagens apresentaram resultados semelhantes em relação às espessuras adotadas, todas dentro dos limites mínimos exigidos pela NBR 6118:2023. No pré-dimensionamento convencional foram consideradas 5 lajes, com espessuras variando entre 9 e 11 cm, enquanto o ChatGPT propôs 8 lajes, com espessuras entre 8 e 9 cm. A diferença na quantidade de lajes pode ser justificada pela forma como a ferramenta segmentou a estrutura, considerando, por exemplo, a escada como um conjunto lajes independentes e separando ambientes que, no método convencional, foram tratados como uma única peça. Apesar dessa maior segmentação da estrutura, todas as espessuras propostas atenderam aos critérios normativos. Além disso, ambas as abordagens classificaram corretamente os tipos de armadura como sendo em duas direções.

No que se refere ao lançamento estrutural, observou-se que a principal limitação da ferramenta está relacionada à interpretação da geometria da planta e à correta alocação dos elementos estruturais. Em diversas tentativas, o ChatGPT posicionou pilares fora da projeção das paredes, contrariando diretrizes básicas que recomendam o embutimento desses elementos nas alvenarias. Além disso, foram identificadas incoerências na malha estrutural, como ausência de pórticos completos, desalinhamento entre vigas e pilares, e distorções no layout original da planta. Essas falhas comprometem diretamente a eficiência do modelo estrutural, indicando que, apesar de a ferramenta ter proposto dimensões, que a princípio pareciam coerentes para os elementos individualmente, os valores encontrados na verdade seguem um modelo estrutural errado, logo a ferramenta apresenta limitações relevantes na concepção estrutural compatível com as exigências normativas e com o projeto arquitetônico original.

Examinando as imagens apresentadas do lançamento estrutural e os dados obtidos, um dos fatores que possivelmente pode ter contribuído para essas distorções seria o funcionamento do método de OCR utilizado na leitura da imagem da planta. Conforme Gunnoo (2025) explica, o ChatGPT realiza a extração do texto das imagens através do método OCR e como explicado



anteriormente, durante o processamento, o sistema realiza uma redução da resolução da imagem com o intuito de acelerar o desempenho computacional e otimizar a leitura dos dados visuais. No entanto, esse redimensionamento inicial pode gerar falhas na interpretação estrutural e após a “leitura” da imagem, quando solicitado o modelo estrutural com base na planta original, essas falhas nas interpretações podem gerar plantas divergentes da original como: deslocamentos de pilares, distorção de escalas e inserção incorreta de elementos estruturais.

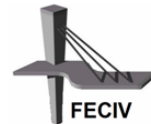
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a viabilidade da utilização de ferramentas baseadas em Inteligência Artificial, especificamente o ChatGPT, no processo de pré-dimensionamento de estruturas em concreto armado. Para isso, foi realizada uma comparação entre os resultados obtidos por meio de métodos tradicionais e os resultados fornecidos pela LLM, a fim de avaliar o desempenho, praticidade e aplicabilidade dessa tecnologia no contexto da engenharia estrutural.

A partir da análise comparativa, observou-se que o uso do ChatGPT apresentou inúmeras limitações importantes. Entre os principais problemas encontrados estão a dificuldade da IA em interpretar corretamente a planta arquitetônica, o redimensionamento dos ambientes, o lançamento de pilares fora da projeção das paredes e a segmentação excessiva das vigas. Além disso, o método adotado para o cálculo das áreas de influência dos pilares não seguiu de forma correta as recomendações, comprometendo a confiabilidade dos resultados nessa etapa.

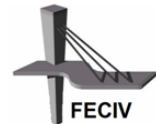
Tais falhas evidenciam que, apesar dos avanços tecnológicos, a atuação do engenheiro projetista permanece primordial para garantir a fidelidade normativa, a segurança estrutural e a coerência técnica do projeto. O conhecimento teórico e a capacidade crítica do profissional são fundamentais para validar os resultados obtidos pela ferramenta e corrigir possíveis inconsistências. Além disso, as dificuldades encontradas comprometem diretamente a eficiência do modelo estrutural e indicam que a ferramenta ainda possui limitações importantes no que diz respeito à elaboração de um modelo estrutural compatível com as exigências normativas e com o projeto arquitetônico original.

Dessa forma, conclui-se que apesar da utilização da LLM dentro da Engenharia Civil seja um avanço muito esperado e aguardado, a ferramenta ainda não se mostra capaz de ser utilizada e definitivamente não substitui o olhar técnico e analítico do engenheiro.



Como uma possível solução para os problemas encontrados, o próprio ChatGPT propôs a inserção da planta do pavimento em arquivo Drawing Exchange Format (DXF) que é um arquivo de desenho utilizado pela ferramenta AutoCAD. No entanto, o ChatGPT não consegue ler diretamente arquivos nessa extensão para que seja possível fazer essa leitura é necessário a ajuda de programas ou ferramentas que transformam esses arquivos em algo que o ChatGPT consiga entender. Uma forma comum de fazer isso é usar programas que “traduzem” o conteúdo do DXF em texto. Isso pode ser feito com a ajuda de linguagens como Python e bibliotecas específicas, que leem o arquivo e mostram, por exemplo, onde estão as linhas, os textos e outros elementos do desenho.

Apesar dessas possíveis soluções serem viáveis e que podem auxiliar no processo estudado, o objetivo deste trabalho não é se aprofundar nesse nível de programação ou realizar ajustes complexos computacionais, mas sim utilizar os recursos já disponíveis da forma mais acessível possível, priorizando a otimização dos processos já existentes para o pré-dimensionamento de uma estrutura de concreto armado.



REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. M. Projeto estrutural de construções de concreto armado. 2. ed. São Paulo: Dunas, 2009.
- MEMON, J.; SAMI, M.; KHAN, R. A. Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR). 2020..
- FERREIRA, Y. B. Reconhecimento de caracteres em imagens de anúncios de produtos com OCR. 2022. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.
- CUPERTINO, F. T. Impactos da inteligência artificial na economia mundial. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2023.
- CUNHA, P. H. F. R. Uso da inteligência artificial na construção civil. 2024. 33 f Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.
- MOYA, J. John McCarthy: pioneiro na inteligência artificial. Disponível em: <https://jala.university/pt/2024/07/11/john-mccarthy-pioneiro-na-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 23 jan. 2025.
- DARTMOUTH COLLEGE. Artificial Intelligence (AI) Coined at Dartmouth. Disponível em: <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth>. Acesso em: 23 jan. 2025.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Monitoramento de estruturas: como a inteligência artificial transforma a Engenharia Civil. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/noticias/2024/09/30/monitoramento-estruturas-como-a-inteligencia-artificial-transforma-a-engenharia-civil/>. Acesso em: 25 jan. 2025.
- GUNNOO, Neha. Como usar o ChatGPT para extrair texto de arquivos PDF. Parseur, 9 abr. 2025. Disponível em: <https://parseur.com/pt/blog/chatgpt-extracao-texto-pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.