



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
DIRETORIA GERAL DO CAMPUS JOÃO PESSOA
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DIEGO GOMES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO LANÇAMENTO ESTRUTURAL NO CUSTO FINAL DA
ESTRUTURA: Um estudo de caso em residência de alto padrão – João Pessoa, PB**

JOÃO PESSOA

2026

DIEGO GOMES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO LANÇAMENTO ESTRUTURAL NO CUSTO FINAL DA
ESTRUTURA: Um estudo de caso em residência de alto padrão – João Pessoa, PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como requisito curricular obrigatório para obtenção do título de Engenheiro(a) Civil.

Orientadora: Dra. Ana Cláudia Leão Borges.

JOÃO PESSOA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

S586i Silva, Diego Gomes da.

Influência do lançamento estrutural no custo final da estrutura
: um estudo de caso em residência de alto padrão – João Pessoa,
PB / Diego Gomes da Silva. – 2026.

55 f. : il.

TCC (Graduação – Engenharia Civil) – Instituto Federal de
Educação da Paraíba / Departamento de Ensino Superior / Coor-
denação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil,
2026.

Orientação: Prof^ª Dra. Ana Cláudia Leão Borges.

1. Concreto armado. 2. Cálculo estrutural. 3. Laje maciça. 4.
Laje pré-moldada. I. Título.

CDU 624.012.45(043)

Bibliotecária responsável: Lucrecia Camilo de Lima – CRB 15/132

 INSTITUTO FEDERAL Paraíba	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba CAMPUS JOÃO PESSOA
---	--

DECISÃO 25/2026 - CBEC/UA1/UA/DDE/DG/IP/REITORIA/IFPB, de 27 de fevereiro de 2026.

DIEGO GOMES DA SILVA

INFLUÊNCIA DO LANÇAMENTO ESTRUTURAL NO CUSTO FINAL DA ESTRUTURA: um estudo de caso em residência de alto padrão – João Pessoa, PB

	Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como requisito curricular para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil
--	--

Aprovado em 13 de fevereiro de 2026

Banca Examinadora

Dra. Ana Cláudia Leão Borges (Orientadora - IFPB)

Me. Breno José Santos da Silva (Examinador Interno - IFPB)

Me. Sara Fragoso Pereira (Examinadora Interna - IFPB)

JOÃO PESSOA

2026

Documento assinado eletronicamente por:

- Ana Cláudia Leão Borges, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 27/02/2026 13:33:56.
- Breno José Santos da Silva, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 27/02/2026 15:23:16.
- Sara Fragoso Pereira, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 27/02/2026 16:20:32.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/02/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código: 841676
Verificador: 8d77a2b2a0
Código de Autenticação:



NOSSA MISSÃO: Ofertar a educação profissional, tecnológica e humanística em todos os seus níveis e modalidades por meio do Ensino, da Pesquisa e da Extensão, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos para atuarem no mundo do trabalho e na construção de uma sociedade inclusiva, justa, sustentável e democrática.

VALORES E PRINCÍPIOS: Ética, Desenvolvimento Humano, Inovação, Qualidade e Excelência, Transparência, Respeito, Compromisso Social e Ambiental.

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha família e a todos que acreditaram,
apoiaram e torceram pelo meu êxito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido forças para chegar até o fim desta etapa.

Agradeço à minha orientadora e amiga, Ana Cláudia Leão Borges, pelo apoio, tempo e dedicação dispensados a este trabalho.

Agradeço aos professores participantes da banca, Breno José Santos da Silva e Sara Fragoso Pereira, por seus ensinamentos preciosos ao longo do curso.

Agradeço a minha família, em especial a Maria Imaculada Coelho (tia) por sempre me apoiar e acompanhar em todos os momentos da minha vida; a Francisca Gomes Pereira (avó), por me incentivar diariamente a acordar cedo e lutar pelos meus objetivos; a Gustavo da Silva Coelho (irmão), por sua amizade e companheirismo em diversos momentos difíceis da minha jornada; e a Maria de Lourdes Gomes da Silva (mãe), por estar ao meu lado e me ajudar nos dias difíceis dessa caminhada.

Em especial, agradeço a Anna Terra de Araújo Brandão, que esteve comigo em momentos tão importantes desta trajetória, sempre me apoiando e vibrando a cada conquista alcançada.

Agradeço a todos os meus amigos que fizeram parte da minha trajetória acadêmica e profissional, em especial Caio Irineu, João Pedro, José Vitor, Gabriel Galdino, Lenildo Soares, Jorge Luiz, Kevdy José, Ayla Laís e Caio Vitor, bem como a todos os outros que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Por fim, agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha caminhada ao longo dos anos no IFPB, em especial Marcela Sarmiento, Ciro Fernandes, Manoel Farias, Juliana de Sá, Renata Paiva, Manoel Brasileiro, Juarez Aires, Kalina Aires, Vamberto Monteiro, Marcos Alyssandro, Geraldo Moura, Valdielio Joaquim, Camilla Famá, Saionara Brito, Ulisses Targino, Mirella Motta, Walter Ribeiro, Rachel Vasconcelos, Severino Ferreira, Cicero Santos, Gibson Meira, Alexsandra Meira, Abdallah Salomão, Celso de Araujo, Ernane Gonzaga, Maria de Fátima, Roberta Paiva, Ivaldy José, Roscellino Bezerra, Sergio Araujo, Ana Carolina, Anna Libia, Valeria Matos, Salustiano Miguel, Maria Suely, Rosimery da Silva, Evandro Queiroga e Jeferson Mack.

Se você quiser alguém em quem confiar, confie em si mesmo. Quem acredita, sempre alcança.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar técnica e economicamente duas concepções estruturais aplicadas a uma edificação residencial unifamiliar, sendo a primeira composta integralmente por lajes pré-moldadas treliçadas e a segunda constituída por lajes maciças moldadas *in loco* associadas a lajes pré-moldadas treliçadas. A metodologia adotada envolveu a análise dos projetos estruturais, levantamento de quantitativos de materiais (aço, concreto e fôrmas), verificação do desempenho estrutural por meio da análise das flechas e elaboração de orçamentos com base em composições de custos do SINAPI, utilizando a plataforma Orçamentor. Os resultados demonstraram que o segundo modelo, apresentou melhor desempenho estrutural, com menores deformações e maior rigidez global, além de redução significativa no consumo de aço (21%) e na área de fôrmas (11%). O custo total estimado para o modelo 2 foi aproximadamente 10% inferior ao modelo integralmente em laje pré-moldada treliçada, representando economia imediata de cerca de R\$10.000,00. Conclui-se que a concepção estrutural influencia diretamente o comportamento, o consumo de materiais e o custo final da edificação, sendo a solução 2 a alternativa mais eficiente para o caso estudado.

Palavras-chave: Concreto armado; cálculo estrutural; laje maciça; laje pré-moldada.

ABSTRACT

This study aimed to compare, both technically and economically, two structural designs applied to a single-family residential building. The first design consisted entirely of prefabricated trussed slabs, while the second combined cast-in-place solid slabs with prefabricated trussed slabs. The methodology involved analyzing structural projects, surveying material quantities (steel, concrete, and formwork), evaluating structural performance through deflection analysis, and preparing budgets based on SINAPI cost compositions using the Orçamentor platform. The results showed that the second model exhibited better structural performance, with lower deformations and greater overall stiffness, as well as significant reductions in steel consumption (21%) and formwork area (11%). The estimated total cost for model 2 was approximately 10% lower than the fully prefabricated trussed slab model, representing immediate savings of around R\$10,000. It is concluded that structural design directly influences building behavior, material consumption, and final cost, with solution 2 being the most efficient alternative for the case studied.

Keywords: Reinforced concrete; structural design; solid slab; prefabricated slab.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fachada leste	28
Figura 2 – Fachada Oeste	28
Figura 3 – Vista da fachada leste e da lateral sul da edificação	29
Figura 4 – Vista da fachada leste e da lateral norte da edificação	29
Figura 5 – Planta baixa do pavimento térreo	30
Figura 6 – Planta baixa do pavimento superior	30
Figura 7 – Parâmetros do projeto estrutural	31
Figura 8 – Forma do pavimento superior com laje pré-moldada treliçada - Modelo 1	33
Figura 9 – Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 1	34
Figura 10 – Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 1	34
Figura 11 – Vista 3D do pavimento superior - Modelo 1	35
Figura 12 – Pórtico unifilar do pavimento superior - Modelo 1	36
Figura 13 – Forma do pavimento superior com lajes maciças e treliçadas - Modelo 2	37
Figura 14 – Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 2	38
Figura 15 – Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 2	38
Figura 16 – Vista 3D do pavimento superior - Modelo 2	39
Figura 17 – Pórtico unifilar do pavimento superior - Modelo 2	40
Figura 18 – Orçamento de concreto, fôrma e aço - Modelo 1	43
Figura 19 – Orçamento de concreto, fôrma e aço - Modelo 2	44
Figura 20 – Flechas no pavimento superior	46
Figura 21 – Consumo de materiais	47
Figura 22 – Comparativo de custos entre os modelos estruturais	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo de materiais do modelo 1	41
Tabela 2 – Quantitativo de materiais do modelo 2	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	Modelagem da informação da construção
EPS	Poliestireno Expandido
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Concreto armado	16
3.2 Concepção estrutural	17
3.3 Lajes	18
3.3.1 Laje maciça	18
3.3.2 Laje nervurada moldada in loco	19
3.3.3 Laje pré-moldada treliçada	21
3.4 O cálculo estrutural	23
3.4.1 Modelagem computacional na engenharia civil	23
3.4.2 Eberick	24
4 METODOLOGIA	25
5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE ARQUITETURA	27
6 PARÂMETROS DO PROJETO E CONFIGURAÇÕES DO SOFTWARE	31
6.1 Modelo com lajes pré-moldadas treliçadas - Modelo 1	32
6.2.1 Análise da estrutura	35
6.3 Modelo com lajes moldadas in-loco e pré-moldadas treliçadas - Modelo 2	36
6.3.1 Análise da estrutura	39
6.4 Quantitativo de materiais dos sistemas estruturais	40
6.4.1 Quantitativo de materiais – Modelo 1	41
6.4.1 Quantitativo de materiais – Modelo 2	41
6.5 Orçamento dos sistemas estruturais	41
6.5.1 Orçamento do Modelo 1	42
6.5.2 Orçamento do Modelo 2	43
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
7.1 Desempenho estrutural e análise das flechas	45
7.2 Comparação do consumo de materiais estruturais	46
7.3 Análise econômica e viabilidade financeira	47
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A - PROJETO ESTRUTURAL MODELO 1	52
APÊNDICE B - PROJETO ESTRUTURAL MODELO 2	53
ANEXO A - PROJETO DE ARQUITETURA	54

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem papel fundamental no desenvolvimento econômico e urbano do país, sendo responsável por grande parte dos investimentos e geração de empregos. Dentro desse contexto, o projeto estrutural representa uma das etapas mais relevantes de uma edificação, uma vez que influencia diretamente na segurança, funcionalidade e viabilidade econômica da obra. A escolha adequada do sistema estrutural e o correto lançamento dos elementos que compõem a estrutura são fatores determinantes para o equilíbrio entre desempenho técnico e custo final do empreendimento. Em projetos de estruturas de concreto armado, é imprescindível o emprego de soluções que visem aumentar a produtividade, reduzam custos e viabilizem a execução dos projetos arquitetônicos.

O lançamento estrutural consiste na definição e disposição dos elementos que compõem a estrutura, como pilares, vigas e lajes, levando em consideração critérios de resistência, estabilidade, funcionalidade e estética. Uma concepção inadequada pode gerar custos adicionais significativos, seja pelo aumento no consumo de materiais, pela necessidade de mão de obra especializada ou pela complexidade na execução. Em contrapartida, um lançamento bem planejado pode otimizar o uso de recursos e reduzir gastos, sem comprometer a qualidade e a segurança da edificação, levando em consideração critérios de resistência, estabilidade, funcionalidade e estética.

Com a crescente demanda por construções mais rápidas e econômicas, o setor da construção civil se vê cada vez mais desafiado a inovar e a buscar soluções que proporcionem maior eficiência, sem abrir mão da qualidade. Nesse sentido, a adoção de novas tecnologias e técnicas de planejamento tem se mostrado essencial. A utilização de software avançados para otimização de cálculos e a implementação de práticas de modelagem da informação da construção (BIM) são exemplos de ferramentas que contribuem para a melhoria do processo de lançamento estrutural, tornando-o mais preciso e menos suscetível a erros. Além disso, essas inovações permitem uma análise mais detalhada das alternativas, ajudando na escolha das soluções mais econômicas e adequadas às necessidades do projeto.

Outro fator relevante é a preocupação crescente com a sustentabilidade na construção civil. Cada vez mais, os projetos buscam reduzir seu impacto ambiental, seja através da escolha de materiais mais sustentáveis, seja pela otimização de processos que minimizem desperdícios. A concepção estrutural, quando bem elaborada, pode contribuir para esse

objetivo, garantindo uma utilização mais eficiente dos recursos. Assim, ao planejar uma estrutura eficiente, que maximize o aproveitamento de materiais e minimize a quantidade de resíduos, o engenheiro não só garante a viabilidade econômica do projeto, mas também contribui para a construção de um futuro mais sustentável para o setor.

1.1 Justificativa

A concepção estrutural desempenha um papel essencial no sucesso de qualquer projeto de engenharia civil, sendo decisiva para garantir a segurança, a eficiência e a viabilidade econômica de uma obra. Este trabalho justifica-se pela necessidade de otimizar o uso de recursos em projetos de construção, particularmente no que diz respeito às estruturas de concreto armado. A busca por alternativas econômicas, sem comprometer a qualidade e a segurança da edificação, é cada vez mais relevante no contexto atual da construção civil, onde a sustentabilidade e a redução de custos são questões prioritárias.

A escolha adequada do tipo de laje e de outros componentes estruturais impacta diretamente no custo total da obra, além de influenciar a durabilidade e o desempenho da estrutura ao longo do tempo. No caso de construções de alto padrão, como a residência analisada neste trabalho, a concepção estrutural deve ser ainda mais cuidadosa, pois envolve um equilíbrio delicado entre estética, funcionalidade e custos. Por isso, a análise de diferentes alternativas de sistemas estruturais, com foco na redução de custos e na melhoria da eficiência construtiva, se torna crucial.

A proposta deste estudo é realizar um dimensionamento de estrutura que busque alternativas econômicas, respeitando rigorosamente os limites de segurança e os requisitos técnicos necessários para a execução de um projeto de alto padrão. A intenção é desenvolver detalhamentos que garantam a celeridade da obra, reduzam a complexidade de execução e minimizem desperdícios, otimizando tanto os recursos materiais quanto humanos. Dessa forma, a pesquisa se justifica como uma contribuição para a melhoria da prática profissional na engenharia civil, trazendo soluções viáveis para o mercado e para os proprietários, ao mesmo tempo que oferece um resultado final que atenda às expectativas de qualidade e segurança.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a influência da concepção estrutural no desempenho e no custo final da estrutura em concreto armado, de uma residência de alto padrão localizada em João Pessoa – PB, considerando dois lançamentos viáveis.

2.2 Objetivos Específicos

- Estudar possíveis soluções estruturais para a edificação específica;
- Realizar o cálculo estrutural a partir de duas concepções determinadas;
- Avaliar a viabilidade técnica e econômica de cada alternativa estrutural;
- Listar os índices obtidos referentes as soluções estudadas;
- Comparar os resultados obtidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos são os sistemas estruturais disponíveis para utilização em edificações, e sua seleção deve considerar aspectos técnicos e econômicos. Entre esses fatores destacam-se a capacitação técnica para elaboração do projeto e da execução da obra, bem como a disponibilidade de materiais, mão de obra especializada e equipamentos necessários para a execução, conforme discutido por Pinheiro (2010). Essa escolha influencia diretamente a viabilidade e o desempenho da estrutura. Dentre os principais sistemas estruturais empregados, destacam-se as estruturas metálicas, as estruturas de madeira, o concreto armado moldado *in loco* ou pré-moldado e a alvenaria estrutural. Independentemente da solução estrutural adotada, na concepção estrutural são definidos os elementos estruturais, tais como pilares, vigas, lajes e paredes estruturais, bem como sua disposição e interligação, de modo a garantir o correto fluxo de cargas e a estabilidade global da edificação.

De acordo com Barbosa (2024), enquanto o projeto arquitetônico está voltado à funcionalidade, ao conforto e à estética da edificação, a solução estrutural deve assegurar o atendimento aos requisitos de qualidade e segurança definidos pelas normas técnicas vigentes, especialmente no que se refere à capacidade resistente, ao desempenho em serviço e à durabilidade. Dessa forma, o presente trabalho tem como propósito realizar um estudo de caso que consiste no projeto estrutural de uma residência unifamiliar de alto padrão, comparando o desempenho e os custos dos materiais da estrutura em concreto armado, a partir de dois lançamentos distintos: o primeiro exclusivamente com lajes pré-moldadas treliçadas, e o segundo, com lajes maciças e treliçadas, definidas a partir de um estudo baseado na otimização do desempenho estrutural.

3.1 Concreto armado

O Concreto armado é um material de construção resultante da combinação do concreto simples com barras de aço, no qual o aço contribui principalmente com a resistência à tração e o concreto à compressão, criando uma estrutura forte e durável, além de amplamente utilizado em diversas obras, desde casas, edifícios e pontes, até barragens e rodovias. O concreto simples é um material composto por cimento, água, agregados miúdos (como areia) e agregados graúdos (como brita). Ele é conhecido por sua alta resistência à compressão, mas possui baixa resistência à tração. O aço, utilizado no concreto armado, geralmente em forma de barras ou fios, é inserido no concreto por possuir alta resistência à tração, compensando a

deficiência do concreto nesse aspecto. De acordo com Clímaco (2013), o concreto armado é o material constituído pela associação do concreto simples com uma armadura passiva, resistindo solidariamente aos esforços a que a peça estiver submetida.

O concreto e o aço trabalham solidariamente, ou seja, funcionam como uma peça monolítica. Esta solidariedade só é possível devido à aderência entre o concreto e o aço. A aderência é fundamental para que esses trabalhem juntos.

A NBR 6118 estabelece que a aderência entre o concreto e o aço é o mecanismo que permite a transferência de esforços entre os dois materiais, sendo essencial para garantir o comportamento solidário da estrutura. Esse fenômeno depende de diversos fatores, como o tipo de barra, seu posicionamento na peça, as condições de concretagem e a qualidade da superfície do aço, sendo considerado no cálculo por meio do comprimento de ancoragem das armaduras (ABNT, 2023).

O concreto simples associado ao aço e a aderência entre eles compõem os elementos estruturais, que são responsáveis por suportar e transmitir as cargas até o solo. E para que os elementos suportem essas cargas eles precisam ser dimensionados de acordo com a NBR 6118 que define os requisitos técnicos para o dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais como vigas, lajes, pilares e fundações em concreto armado.

3.2 Concepção estrutural

A concepção estrutural envolve a escolha de um sistema estrutural que constitua a parte resistente do edifício, segundo Barbosa (2024) essa etapa é crucial no projeto estrutural, pois implica selecionar os elementos que constituem a parte resistente do edifício e definir suas posições, formando um sistema estrutural eficiente capaz de absorver os esforços das ações atuantes e transmiti-los para a fundação.

No contexto das edificações em concreto armado, as lajes desempenham papel fundamental na concepção estrutural, uma vez que de acordo com o tipo de laje adotada, a disposição dos demais elementos estruturais, como vigas e pilares, pode sofrer variações significativas, influenciando diretamente o comportamento estrutural, os vãos a serem vencidos e a forma de distribuição das cargas. Dessa maneira, a escolha do sistema de lajes deve estar integrada à concepção estrutural da edificação, buscando-se soluções que atendam aos critérios de segurança, economia e viabilidade construtiva. Dessa forma, no item seguinte

serão apresentados e discutidos os principais tipos de lajes adotados em edificações, com destaque para a laje maciça, a laje nervurada e a laje treliçada.

3.3 Lajes

As lajes são elementos estruturais planos e horizontais, integrantes do sistema estrutural das edificações, cuja principal função é receber e distribuir as ações verticais atuantes, transferindo-as para as vigas e, na sequência, para os pilares e fundações. Esses elementos são responsáveis por suportar e distribuir uniformemente as cargas permanentes, como o peso próprio da estrutura, e cargas variáveis, provenientes do uso da edificação, tais como mobiliário, ocupação humana, equipamentos e outras cargas aplicadas sobre a superfície da construção. No âmbito do concreto armado, destacam-se como tipologias mais usuais as lajes maciças, nervuradas moldadas *in loco* e as lajes pré-moldadas treliçadas, as quais apresentam diferenças quanto ao comportamento estrutural, espessura, capacidade resistente e processo construtivo, sendo sua escolha condicionada a critérios técnicos, econômicos e arquitetônicos.

3.3.1 Laje maciça

A laje maciça é um elemento estrutural constituído por uma placa de concreto armado, geralmente disposta na posição horizontal, podendo apresentar pequenas inclinações quando empregada em coberturas. Nesse sistema, toda a espessura da laje é formada por concreto e armaduras de aço, dimensionadas para resistir principalmente aos esforços de flexão, garantindo o adequado desempenho estrutural. As lajes maciças são, em geral, apoiadas sobre vigas ou paredes ao longo de seu contorno, promovendo a transferência uniforme das cargas para os elementos estruturais adjacentes (REBELLO, 2007).

Uma característica relevante desse tipo de laje é a distribuição das reações ao longo de todas as vigas de contorno, diferentemente do que ocorre em sistemas pré-moldados, nos quais as cargas tendem a se concentrar em apoios específicos. Esse comportamento estrutural possibilita um melhor aproveitamento das vigas do pavimento, resultando em esforços de mesma ordem de grandeza, variando principalmente em função dos vãos adotados.

Do ponto de vista econômico, Carvalho e Figueiredo Filho (2007) destacam que o custo associado às fôrmas representa uma parcela significativa do custo total da estrutura, especialmente em edificações que utilizam lajes maciças. Entretanto, esse custo tende a ser reduzido em projetos que apresentam repetição de pavimentos, uma vez que as mesmas

fôrmas e escoramentos podem ser reutilizados diversas vezes, tornando o sistema mais competitivo sob o aspecto econômico.

No que se refere aos critérios normativos, a ABNT NBR 6118:2023 estabelece espessuras mínimas para lajes maciças, as quais devem atender aos seguintes limites:

- a) 7 cm para lajes de cobertura sem balanço;
- b) 8 cm para lajes de piso sem balanço;
- c) 10 cm para lajes em balanço, tanto de cobertura quanto de piso;
- d) 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
- e) 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN;
- f) 15 cm para lajes com protensão apoiadas em vigas, com o mínimo de $l/42$ para lajes de piso biapoiadas e $l/50$ para lajes de piso contínuas;
- g) 16 cm para lajes lisas e 14 cm para lajes-cogumelo, fora do capitel.

Quanto à concepção estrutural, as lajes maciças caracterizam-se por apresentar elevada rigidez global e comportamento estrutural mais homogêneo, permitindo a adoção de vãos maiores quando comparadas às lajes treliçadas. Essa maior rigidez contribui para uma melhor distribuição dos esforços solicitantes e para o controle das deformações, reduzindo a necessidade de um número elevado de vigas de apoio. Dessa forma, a concepção estrutural em laje maciça possibilita soluções mais flexíveis quanto à modulação estrutural, desde que atendidos os critérios de resistência e de desempenho em serviço estabelecidos pela NBR 6118:2023. No entanto, esse sistema demanda maior consumo de concreto e armadura, o que deve ser considerado na avaliação técnica e econômica do projeto, assegurando um comportamento estrutural adequado ao longo da vida útil da edificação.

3.3.2 Laje nervurada moldada *in loco*

A laje nervurada é um elemento estrutural em concreto armado caracterizado pela presença de nervuras dispostas em uma ou duas direções, responsáveis por resistir aos esforços de flexão, associadas a uma mesa de compressão superior de concreto. Diferentemente da laje maciça, esse sistema não possui concreto em toda a sua espessura, uma vez que parte do volume é substituída por vazios ou elementos de enchimento não estruturais, como blocos cerâmicos, de concreto leve ou fôrmas plásticas. Essa configuração permite a redução do peso próprio da estrutura, mantendo desempenho estrutural adequado,

com as cargas sendo transmitidas às vigas ou pilares por meio das nervuras, conforme os critérios de dimensionamento do concreto armado.

Do ponto de vista construtivo e econômico, as lajes nervuradas moldadas *in loco* apresentam vantagens relacionadas à diminuição do consumo de concreto e à redução das cargas permanentes atuantes na estrutura, o que pode resultar em seções menores de vigas e pilares. Em contrapartida, esse sistema exige maior complexidade na execução, especialmente no que se refere à montagem das fôrmas, ao posicionamento correto das nervuras e à execução da mesa de compressão. Assim como ocorre nas lajes maciças, a viabilidade econômica das lajes nervuradas tende a ser ampliada em edificações com repetição de pavimentos, possibilitando a reutilização das fôrmas e a racionalização do processo construtivo.

De acordo com a NBR 6118:2023 devem ser observadas algumas dimensões mínimas para a laje nervurada dentre as quais cabe citar:

- a) A espessura da mesa quando não existirem tubulações não pode ser menor que 4 cm;
- b) Quando existirem tubulações o valor mínima para a espessura da mesa é 5 cm;
- c) A espessura das nervuras não pode ser inferior a 5 cm;
- d) Nervuras com espessura menor que 8 cm não podem conter armadura de compressão;

Segundo a NBR 6118:2023 para o projeto das lajes nervuradas devem ser obedecidas as seguintes condições:

- a) Para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras menor ou igual a 65 cm, pode ser dispensada a verificação da flexão da mesa, e para a verificação do cisalhamento da região das nervuras, permite-se a consideração dos critérios de laje;
- b) Para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras entre 65 cm e 110 cm, exige-se a verificação da flexão da mesa, e as nervuras devem ser verificadas ao cisalhamento como vigas; permite-se essa verificação como lajes se o espaçamento entre eixos de nervuras for até 90 cm e a largura média das nervuras for maior que 12 cm;
- c) Para lajes nervuradas com espaçamento entre eixos de nervuras maior que 110 cm, a mesa deve ser projetada como laje maciça, apoiada na grelha de vigas, respeitando-se os seus limites mínimos de espessura.

Quanto à concepção estrutural, as lajes nervuradas moldadas *in loco* apresentam comportamento intermediário entre as lajes maciças e as lajes treliçadas, combinando boa rigidez global com redução significativa do peso próprio. Esse sistema possibilita a adoção de vãos maiores com melhor controle das deformações e distribuição dos esforços solicitantes. A concepção estrutural em laje nervurada exige, entretanto, um estudo criterioso em relação a disposição e espaçamento das nervuras, a espessura da mesa de compressão e disposição das vigas de apoio, a fim de atender aos critérios de resistência e de desempenho em serviço estabelecidos pela NBR 6118:2023. Dessa forma, as lajes nervuradas moldadas *in loco* representam uma solução estrutural eficiente do ponto de vista técnico e econômico, especialmente em edificações que demandam maiores vãos e redução de cargas permanentes.

3.3.3 Laje pré-moldada treliçada

O sistema de lajes treliçadas apresenta elevada versatilidade, sendo amplamente empregado em edificações residenciais e em pequenos empreendimentos comerciais. Trata-se de uma solução com desempenho satisfatório sob os aspectos técnico e econômico, quando comparada a sistemas convencionais, como lajes maciças, protendidas ou moldadas *in loco*, especialmente para vãos moderados.

Do ponto de vista estrutural, o sistema é constituído por vigotas pré-moldadas de concreto armado ou com trilhos metálicos, dispostas lado a lado, associadas a elementos de preenchimento conforme estabelecido pela NBR 14859 — Lajes pré-fabricadas de concreto. Esses elementos podem ser blocos cerâmicos, peças de concreto ou materiais leves, como o EPS (poliestireno expandido), que contribuem para a redução do peso próprio da laje sem participação na resistência estrutural.

O EPS atua exclusivamente como material de enchimento, não colaborando estruturalmente, porém influenciando positivamente na redução das cargas permanentes. As armaduras superiores devem ser dimensionadas conforme os critérios de controle de retração e fissuração, sendo indispensável a verificação das flechas e da rigidez do sistema, considerando os carregamentos atuantes e as condições reais de apoio.

Em situações de balanço, nas quais as nervuras se dispõem perpendicularmente às do trecho adjacente, o comprimento de ancoragem reta das armaduras negativas deve ser superior à extensão do balanço, adotando-se, no mínimo, o dobro da distância entre eixos. Para assegurar a resistência à compressão na região inferior, deve-se executar uma faixa de

concreto maciço. A armadura negativa, posicionada na região superior tracionada, tem como função resistir aos momentos fletores negativos decorrentes de vínculos parciais com a estrutura. As nervuras transversais, também denominadas nervuras de travamento, são elementos dispostos perpendicularmente às vigotas e tornam-se indispensáveis em lajes unidirecionais com vigotas treliçadas quando o vão teórico ultrapassa 4,00 m, assegurando maior rigidez transversal e adequada distribuição dos esforços.

No que se refere às dimensões mínimas, as lajes pré-moldadas treliçadas devem atender a critérios normativos e recomendações técnicas dos fabricantes, de modo a garantir resistência, rigidez e adequado desempenho em serviço. De forma geral, a altura total da laje treliçada (vigota + elemento de enchimento + capa de concreto) não deve ser inferior a 8 cm para vãos reduzidos, sendo usual a adoção de alturas totais entre 10 cm e 20 cm, em função do vão e das cargas atuantes. A capa de concreto moldada *in loco* deve possuir espessura mínima de 4 cm, assegurando o correto cobrimento das armaduras e o funcionamento solidário do sistema. O espaçamento entre eixos das vigotas normalmente varia entre 40 cm e 60 cm, conforme o tipo de enchimento utilizado e as recomendações do fabricante. Além disso, as vigotas treliçadas devem apresentar altura compatível com o vão teórico, sendo dimensionadas para resistir aos esforços de flexão e cisalhamento durante as fases de montagem, concretagem e utilização da estrutura, conforme os critérios estabelecidos pelas normas técnicas vigentes e pelos catálogos técnicos de referência.

Quanto à concepção estrutural, as lajes treliçadas, diferentemente das lajes maciças ou nervuradas moldadas *in loco*, apresentam menor rigidez global, o que implica na necessidade de adoção de vãos menores e maior número de vigas de apoio. Essa característica exige uma concepção estrutural mais conservadora, visando o atendimento dos critérios de resistência e de desempenho em serviço, com especial atenção ao controle das deformações excessivas. Em contrapartida, as lajes maciças e nervuradas permitem a utilização de vãos maiores em razão de sua maior capacidade resistente e rigidez estrutural, enquanto as lajes treliçadas devem ser cuidadosamente dimensionadas para garantir segurança estrutural e comportamento adequado ao longo da vida útil da edificação.

3.4 O cálculo estrutural

O cálculo estrutural fundamenta-se na análise de esforços e deslocamentos em sistemas estruturais, utilizando princípios da mecânica dos sólidos e da resistência dos materiais.

As etapas do cálculo estrutural em projetos de concreto armado segundo a NBR 6118:2023 envolvem modelagem da estrutura, levantamento de carregamentos, análise dos esforços, dimensionamento, verificação de estado-limite de serviço e detalhamento das armaduras (ABNT, 2023).

O cálculo estrutural tem como finalidade garantir a segurança, a estabilidade e o desempenho adequado das estruturas ao longo de sua vida útil, considerando as ações atuantes e as características dos materiais empregados. Nesse contexto, busca-se assegurar que a estrutura atenda aos requisitos de resistência, durabilidade e funcionalidade estabelecidos pelas normas técnicas vigentes, minimizando riscos de falhas estruturais e proporcionando conforto e confiabilidade aos usuários, o que demanda processos de análise e verificação cada vez mais precisos e sistematizados.

3.4.1 Modelagem computacional na engenharia civil

Durante o processo de evolução do cálculo estrutural foram criados os softwares de cálculo que ao longo do tempo passaram por grande evolução, incorporando interfaces intuitivas e recursos de análise e detalhamento automatizados, oferecendo maior produtividade, confiabilidade e rapidez, além de permitir revisões ágeis e integração com outras disciplinas do projeto. A correta aplicação requer que o engenheiro realize análises críticas dos resultados, evitando erros de modelagem e interpretação equivocada, já que o software apenas executa comandos a partir dos dados inseridos. Portanto, para a correta utilização de recursos computacionais, é preciso conhecimento técnico e atenção na configuração de parâmetros, na modelagem correta, e na interpretação crítica de elementos fundamentais para a segurança e eficiência estrutural, daí a necessidade de, além de uma boa formação acadêmica, o engenheiro civil deve utilizar-se de ferramentas computacionais de qualidade reconhecida no mercado, por isso a escolha de utilização do software Eberick neste trabalho.

3.4.2 Eberick

O Eberick é um software para projetos estruturais que permite modelar, analisar, dimensionar e detalhar projetos em concreto armado, concreto protendido, alvenaria estrutural, concreto pré-moldado e estruturas de aço. Ele oferece recursos que abrangem todo o ciclo do projeto, desde a modelagem 3D até a geração de documentação. Desenvolvido pela AltoQi, o software teve sua versão 1.0 lançada em abril de 1997 e sua versão mais atual é o Eberick 2025-12. É indicado para edificações residenciais e comerciais de porte pequeno a médio.

O software possui uma interface intuitiva. Na aba lançamento é possível encontrar todos os elementos de uma estrutura, além disso ele indica as ações seguintes a serem executadas e todas as definições de um elemento serão replicadas automaticamente para os demais elementos. O Eberick conta com o auxílio de diversas teclas de atalho que podem ser configuradas para a maior comodidade do usuário, o que facilita a modelagem dos pavimentos, geração automática de cargas e detalhamento conforme as normas técnicas. O fluxo de trabalho no software vai desde a criação de modelo, definição de cargas, análise e detalhamento com elementos finitos em lajes e pórticos planos. Neste trabalho será utilizado o AltoQi Eberick 2025-12, lançado em dezembro de 2025, atualizado conforme a NBR 6118:2023. A licença do software Eberick utilizada neste trabalho foi gentilmente cedida pelo escritório de projetos complementares Plano Engenharia.

4 METODOLOGIA

De acordo com Marconi e Lakatos (2017), a análise comparativa é uma técnica que visa identificar semelhanças e diferenças entre fenômenos ou métodos, permitindo uma melhor compreensão das variáveis envolvidas e fundamentando escolhas com base em critérios objetivos. Essa abordagem é especialmente útil quando se busca avaliar diferentes métodos aplicados a uma mesma situação, como ocorre neste trabalho. A presente pesquisa caracteriza-se como quantitativa, pois envolve a coleta e análise de dados numéricos obtidos a partir do cálculo estrutural de uma residência de alto padrão em concreto armado. O estudo busca avaliar o impacto de diferentes alternativas estruturais no desempenho e custo final da obra, com base em dados mensuráveis, como esforços, quantitativos de materiais e orçamento final da estrutura.

A primeira etapa da realização deste trabalho é baseada em pesquisa bibliográfica baseada em livros especializados da área de estruturas, nas normas da ABNT (como a NBR 6118 e NBR 6120), além de trabalhos acadêmicos e sites da internet. Essa pesquisa forneceu o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento das alternativas estruturais estudadas.

A segunda etapa envolve a concepção, o cálculo e detalhamento dos elementos estruturais da edificação, visando comparar duas soluções: uma exclusivamente com lajes treliçadas, e outra com lajes maciças e treliçadas, definidas com base no desempenho estrutural. A partir desse estudo, foram calculadas as vigas e os pilares diretamente influenciados pelas alternativas de laje, permitindo analisar a interação entre os componentes da estrutura e seus impactos no custo e no desempenho da edificação. As análises foram feitas de forma automatizada, com o auxílio do software Eberick e com base nas normas brasileiras vigentes, tornando possível desenvolver uma análise comparativa entre diferentes concepções estruturais aplicadas ao cálculo automatizado de uma edificação residencial localizada em João Pessoa, PB.

O estudo comparativo, no contexto do cálculo estrutural, permite analisar diferentes métodos de dimensionamento e verificação estrutural, identificando vantagens, limitações e impactos práticos de cada abordagem. Essa comparação é fundamental para fundamentar escolhas técnicas com base em critérios como segurança, economia e viabilidade construtiva (Silva e Costa, 2018).

A terceira etapa consiste na compilação e organização dos dados obtidos, transformando-os em gráficos, tabelas e relatórios, facilitando assim a análise de resultados. Essa análise foi realizada considerando aspectos como segurança, viabilidade econômica e eficiência construtiva, a partir das alternativas estruturais estudadas. A metodologia permite identificar as vantagens e limitações de cada abordagem, contribuindo para a escolha da solução mais adequada às necessidades do projeto.

5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE ARQUITETURA

A arquitetura utilizada neste estudo consiste em uma edificação residencial unifamiliar composta por um pavimento térreo, um pavimento superior e um pavimento de cobertura, com área total construída de 337,30 m². O pavimento térreo é composto por um terraço, garagem, suíte 01, lavabo, jardim, sala de estar e jantar, cozinha, despensa, serviço, bwc e espaço gourmet, com pé direito estrutural de 3,65 m. Já o pavimento superior é composto por uma suíte master (com closet e varanda), um hall de circulação, uma sala de estar íntima, suíte 02, suíte 03 e varanda, com pé direito estrutural de 3,80 m. A residência possui uma torre de caixa d'água, locada conforme projeto, e a cobertura composta por telhas de fibrocimento em baixa inclinação, ocultadas por platibandas erguidas no perímetro do telhado.

As características relativas à alvenaria de vedação e aos materiais de revestimento e acabamento são definidos pelo projeto arquitetônico, que definem a edificação como sendo de alto padrão, necessitando, portanto, de atenção especial no projeto estrutural a fim de não causar ou, ao menos, mitigar possíveis interferências na arquitetura. As figuras de 1 a 6 apresentam as fachadas, as vistas e duas plantas baixas da edificação. O projeto arquitetônico foi gentilmente cedido pelo escritório RV Arquitetura e Interiores. O conjunto completo de documentos, incluindo plantas baixas, cortes e fachadas, encontra-se disponível no Anexo A deste trabalho.

Figura 1 - Fachada leste



Fonte: RV arquitetura e interiores (2023).

Figura 2 - Fachada oeste



Fonte: RV arquitetura e interiores (2023).

Figura 3 - Vista da fachada leste e da lateral sul da edificação



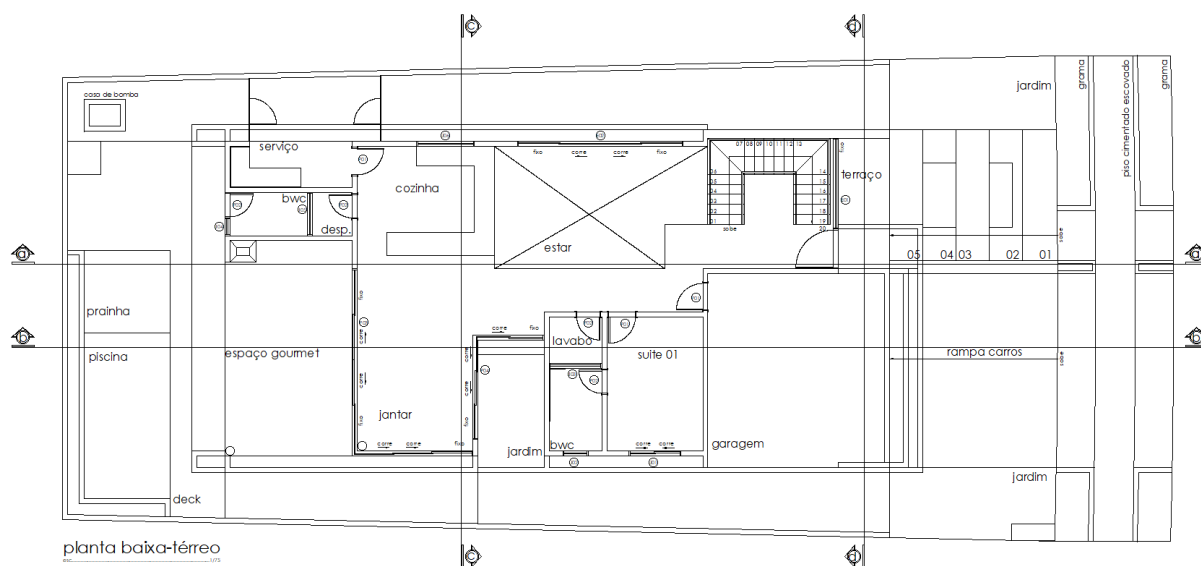
Fonte: RV arquitetura e interiores (2023).

Figura 4 - Vista da fachada leste e da lateral norte da edificação



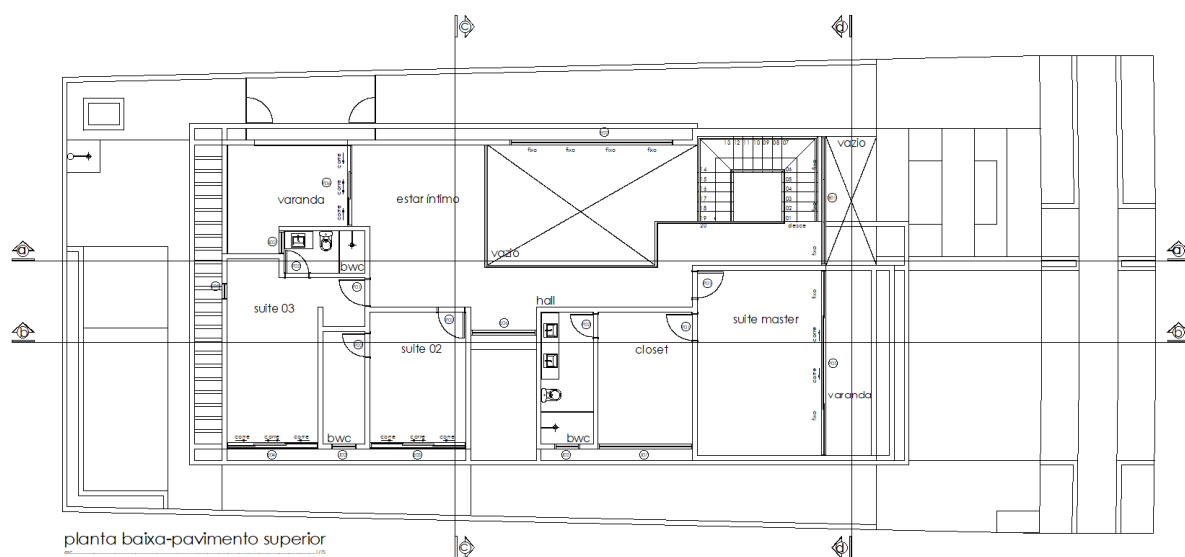
Fonte: RV arquitetura e interiores (2023).

Figura 5 - Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: RV arquitetura e interiores (2023).

Figura 6 - Planta baixa do pavimento superior



Fonte: RV arquitetura e interiores (2023).

6 PARÂMETROS DO PROJETO E CONFIGURAÇÕES DO SOFTWARE

A partir do projeto arquitetônico, foram desenvolvidos dois projetos estruturais. Para o dimensionamento das estruturas no software Eberick realizou-se a configuração dos elementos e dos parâmetros do projeto.

Figura 7 - Parâmetros do projeto estrutural

Materiais e durabilidade

Aplicação
☒ Projeto inteiro
☐ Por pavimento

Pavimento
 Laje pré-moldada treliçada
 Laje pré-moldada maciça
 Laje pré-moldada treliçada com nervuras
 Laje pré-moldada maciça com nervuras
 Laje pré-moldada treliçada com nervuras e nervuras

Abertura máxima das fissuras
 Contato com o solo: 0.2 mm
 Contato com a água: 0.1 mm
 Demais peças: 0.3 mm
 Combinações: Frequentes

Geral
 Classe de agressividade: II (moderada)
 Dimensão do agregado: 19 mm
☒ Controle rigoroso nas dimensões dos elementos
☐ Considerar redução no cobrimento para peças com fck acima do requerido para a classe de agressividade

Elementos

	Concreto	Cobrimento (peças externas)	Cobrimento (peças internas)	Cobrimento (contato com o solo)	
Vigas	C-30	3 cm	2.5 cm	3 cm	Bitolas...
Pilares e NR	C-30	3 cm	2.5 cm	4.5 cm	Bitolas...
Lajes	C-30	2.5 cm		3 cm	Bitolas...
Reservatórios	C-30	3 cm			Bitolas...
Blocos	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Sapatas	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Tubulões	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Muros	C-30			3 cm	Bitolas...
Radier	C-30			3 cm	Bitolas...

Elementos pré-moldados

	Concreto	Cobrimento (peças externas)	
Vigas	C-25	2.5 cm	Bitolas...
Pilares	C-25	2.5 cm	Bitolas...
			Etapas...

Tipo: Pré-moldado

Fluência... Barras... Classes... Protensão... OK Cancelar Ajuda

Fonte: Eberick (2025).

Para o concreto, adotou-se uma resistência característica $f_{ck} = 30$ MPa. Foi adotada a classe de agressividade ambiental II, moderada, em razão da edificação ser considerada em zona urbana. Quanto aos aços, foram adotados o aço CA - 60, para os fios de $\varnothing 5.0$ mm, e aço CA - 50, para as demais barras utilizadas nas armaduras dos elementos estruturais.

Os dois projetos estruturais desenvolvidos referem-se a duas alternativas avaliadas para o mesmo projeto arquitetônico. O primeiro, em laje pré-moldada treliçada, leva em conta a tendência de uso desse tipo de laje para o tipo de edificação estudado. Já o segundo, parte do um lançamento estrutural mais livre, com menos pilares, que contempla lajes maciças e lajes treliçadas, cuja escolha se fez como consequência do desempenho.

6.1 Modelo com lajes pré-moldadas treliçadas - Modelo 1

A opção pela solução em lajes treliçadas está relacionada à observação dessa prática durante o período de estágio em escritório de projetos. Nesse período foi possível perceber a recorrência na adoção desse tipo de sistema estrutural em projetos de residências unifamiliares de alto padrão, fixando a utilização de um único tipo de laje, sendo esta a laje pré-moldada treliçada, composta por vigotas com altura pré-definida de 8 cm e capa de concreto de 4 cm. Segundo o engenheiro responsável pelo escritório de cálculo, essa escolha fundamenta-se em critérios de viabilidade construtiva, racionalização do processo executivo e economia de materiais, mantendo-se, em todos os casos, o atendimento aos requisitos normativos de segurança, desempenho e durabilidade.

O projeto em laje pré-moldada treliçada foi então desenvolvido e analisado sob os aspectos de consumo de materiais e custo, servindo como parâmetro de comparação com outra solução sem a obrigatoriedade do uso de laje treliçada, permitindo avaliar, de forma objetiva, a influência da concepção estrutural nos resultados finais da edificação estudada.

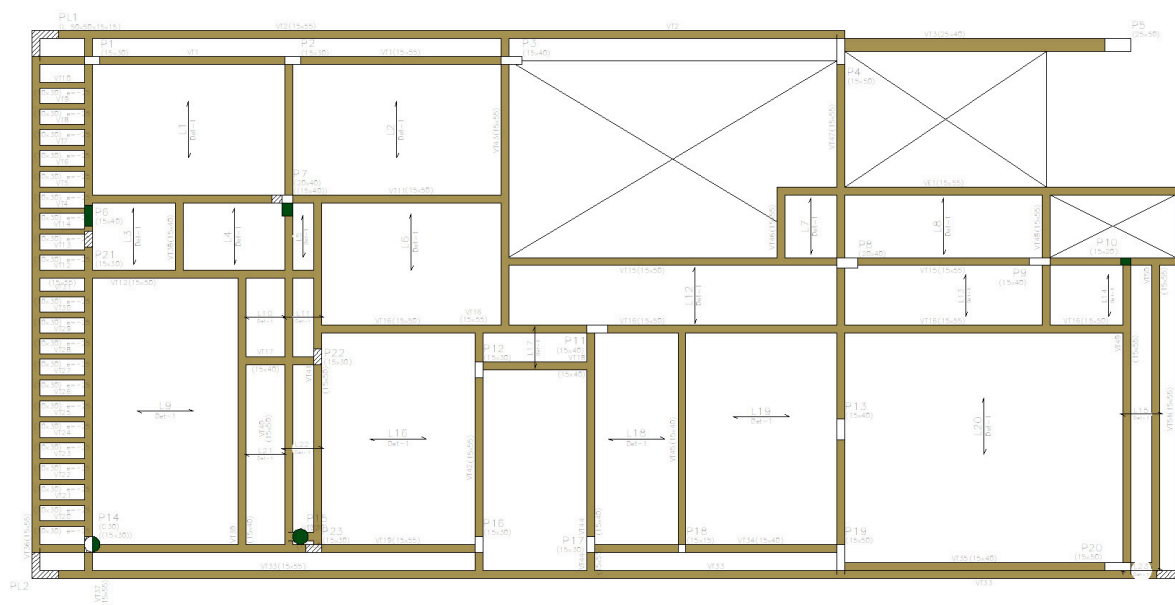
A concepção estrutural baseada em lajes pré-moldadas treliçadas utiliza vigotas treliçadas associadas a elementos de enchimento em poliestireno expandido (EPS), compondo um sistema leve e racionalizado. O emprego do EPS como material de enchimento contribui para a redução do peso próprio da estrutura, sem participação na resistência estrutural, além de favorecer o desempenho térmico do pavimento. A capa de concreto moldada *in loco* assegura o comportamento solidário do sistema, permitindo a adequada transferência de esforços entre as vigotas e os demais elementos estruturais.

Em termos de concepção estrutural, observa-se que a adoção de lajes treliçadas implica em uma menor rigidez global quando comparada aos sistemas moldados *in loco*, o que exige maior quantidade de vigas de apoio e, conseqüentemente, influencia a modulação estrutural do pavimento. Dessa forma, o projeto demanda grande atenção ao controle de flechas e ao atendimento dos estados limites de serviço, especialmente em vãos mais significativos, conforme preconizado pelas normas técnicas vigentes.

A Figura 8 apresenta a forma estrutural do pavimento superior da edificação, adotado como referência para o desenvolvimento da análise comparativa deste trabalho, por concentrar o maior número de elementos estruturais, variações de vãos e interferências arquitetônicas. A forma estrutural permite visualizar o lançamento das lajes, vigas e pilares,

bem como a modulação estrutural adotada e a distribuição das cargas verticais para os elementos resistentes. A escolha deste pavimento justifica-se por ser aquele em que as diferenças entre as concepções estruturais analisadas se tornam mais evidentes, especialmente no que se refere à quantidade de vigas e aos vãos vencidos pelas lajes, servindo de base para a comparação dos quantitativos de materiais e dos custos das soluções estudadas.

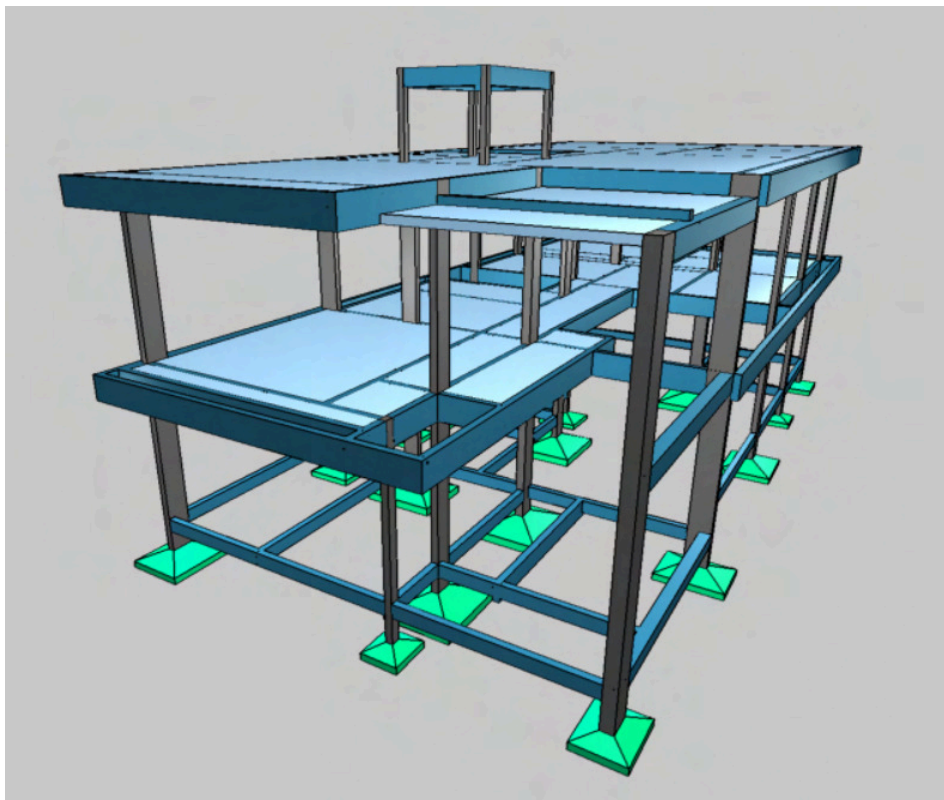
Figura 8 - Forma do pavimento superior com laje pré-moldada treliçada - Modelo 1



Fonte: Autor (2023).

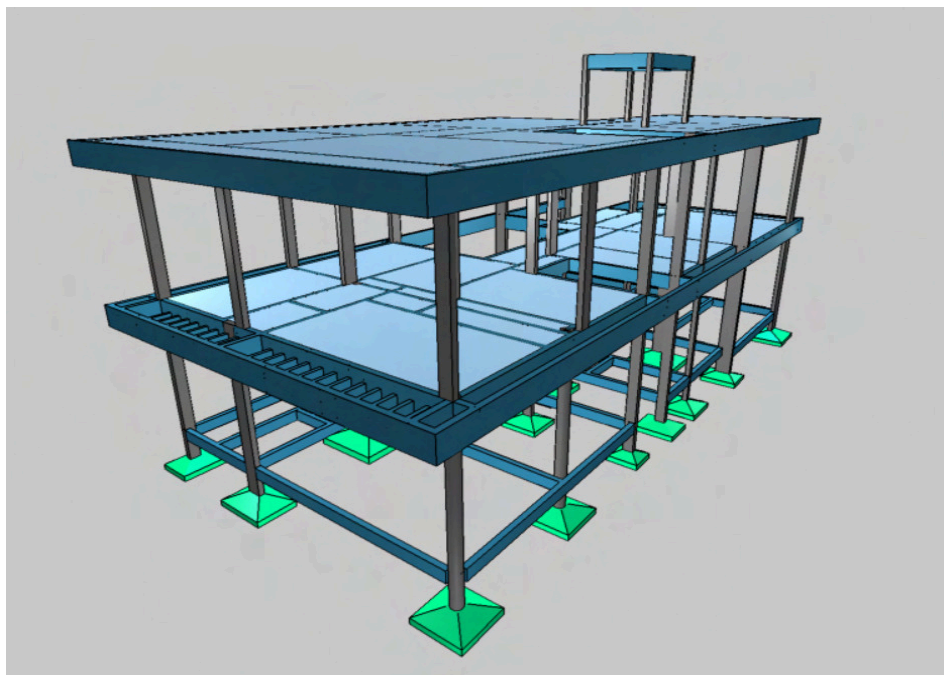
Nas figuras 9 e 10 a seguir também é possível observar as vistas 3D do lançamento estrutural do modelo 1.

Figura 9 - Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 1



Fonte: Autor (2023).

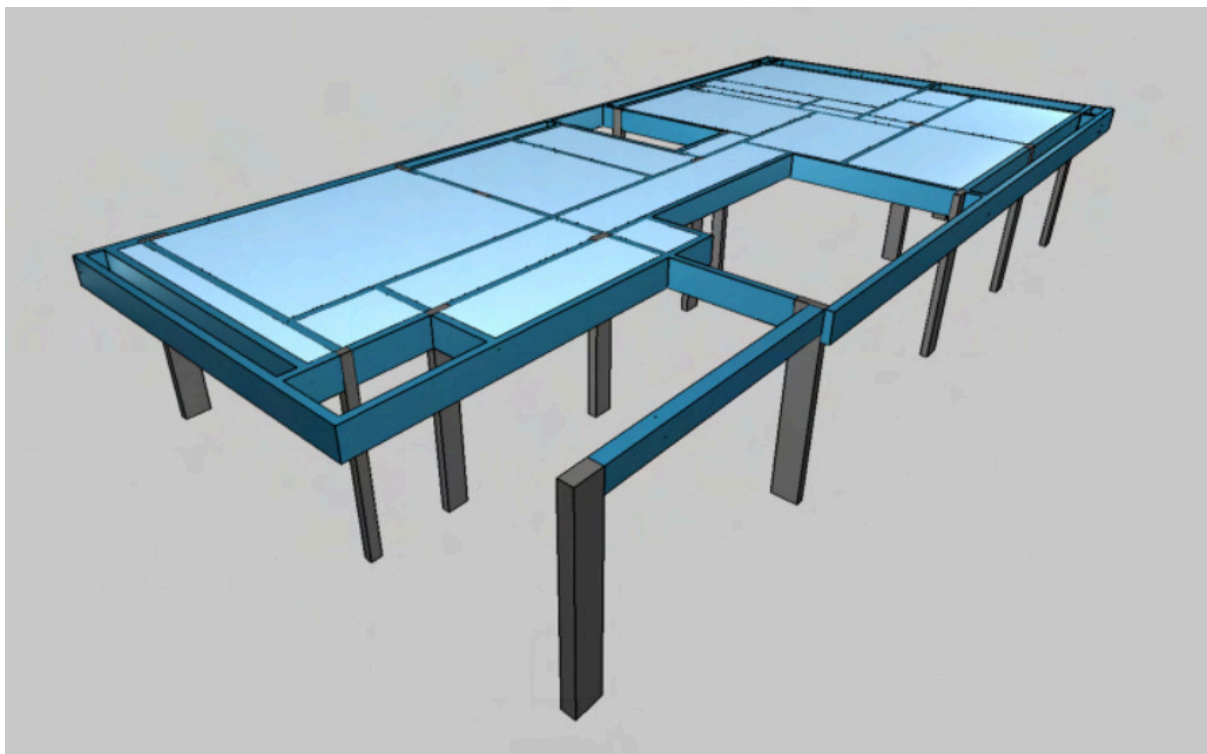
Figura 10 - Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 1



Fonte: Autor (2023).

Na figura 11 a seguir, é possível visualizar a vista tridimensional do pavimento em estudo. Observa-se que, em função da adoção do sistema de laje pré-moldada treliçada com vigotas de altura igual a 8 cm, a concepção estrutural do pavimento apresenta maior número de vigas e pilares, de modo a reduzir os vãos livres da laje e garantir o atendimento aos limites estruturais e normativos do sistema adotado.

Figura 11 - Vista 3D do pavimento superior - Modelo 1



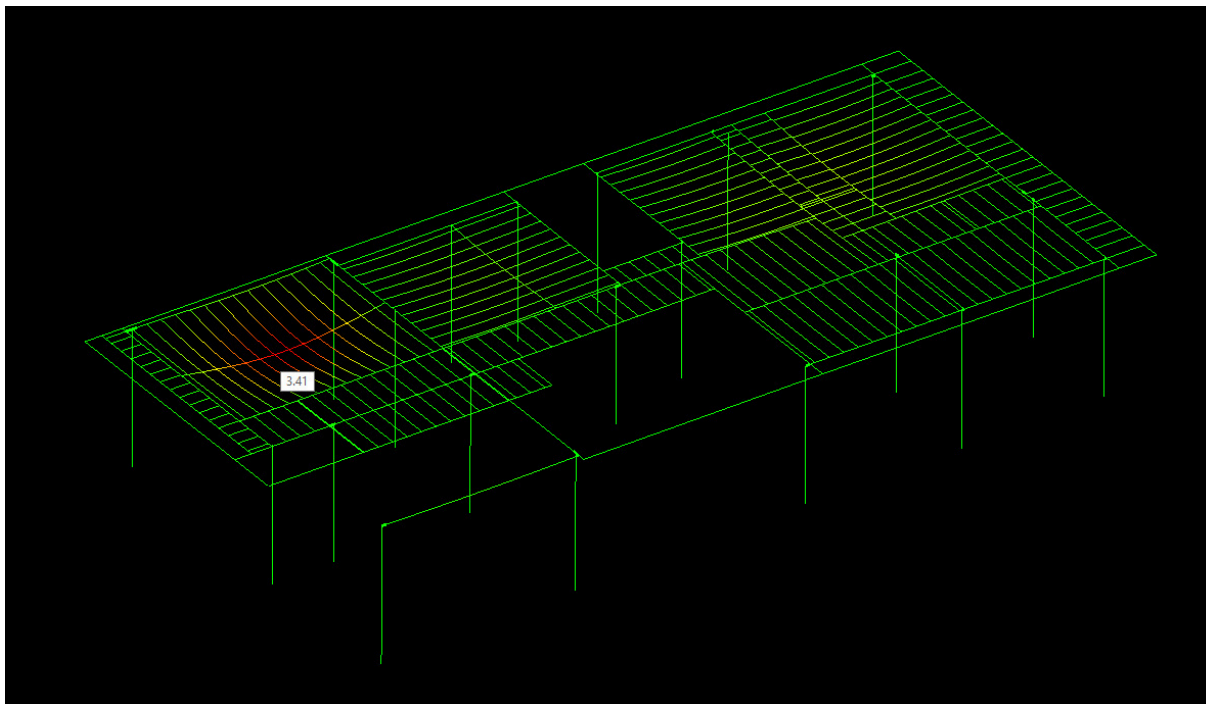
Fonte: Autor (2023).

6.2.1 Análise da estrutura

O pórtico unifilar consiste em um modelo estrutural simplificado, no qual vigas e pilares são representados por elementos lineares, permitindo a análise global da estrutura e a determinação dos esforços solicitantes e dos deslocamentos, conforme os critérios normativos vigentes, por meio do software Eberick. De acordo com o pórtico unifilar apresentado na Figura 12, é possível verificar as deformações verticais no pavimento superior.

O ponto mais crítico ocorre na laje L20, na qual se observa que a maior deformação do pavimento atinge o valor de 3,41 cm, em um vão livre de 4,40 m.

Figura 12 - Pórtico unifilar do pavimento superior - Modelo 1



Fonte: Autor (2026).

6.3 Modelo com lajes moldadas in-loco e pré-moldadas treliçadas - Modelo 2

Para o modelo 2, inicialmente, considerou-se a adoção exclusiva de laje maciça moldada *in loco*, com o objetivo de permitir uma comparação direta entre os sistemas estruturais. Contudo, após análises técnicas e econômicas mais detalhadas, verificou-se que a utilização de uma solução combinando lajes maciças moldadas *in loco* e lajes pré-moldadas treliçadas, mostrou-se mais eficiente para a edificação em estudo.

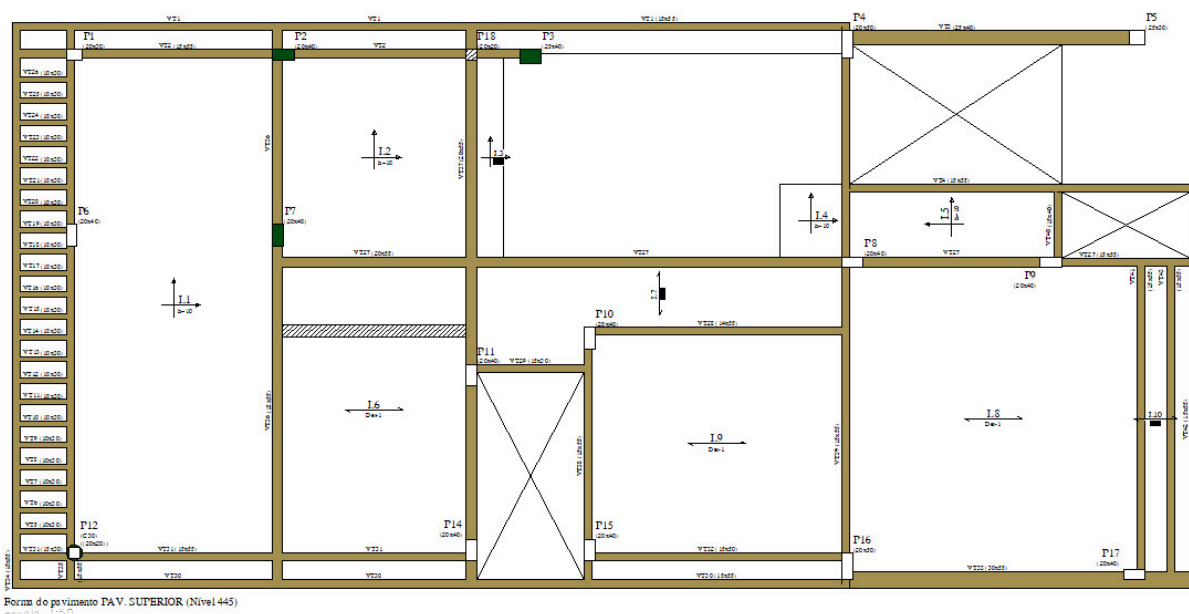
A solução adotada consiste na aplicação de lajes maciças moldadas *in loco* nas regiões que demandam maior rigidez estrutural, melhor redistribuição de esforços e maior flexibilidade geométrica, como áreas de transição estrutural, proximidades de pilares e trechos de lajes em balanço. Por sua vez, as lajes pré-moldadas treliçadas foram empregadas nos setores com menores níveis de carregamento, possibilitando a redução do peso próprio da estrutura e a racionalização do consumo de concreto e armaduras. Outro fator relevante para a adoção das lajes treliçadas foi a possibilidade de variação da altura das vigotas, solução que não foi contemplada no modelo 1, o que resultou na necessidade de adoção de um maior número de vigas.

A maior rigidez proporcionada pelas lajes maciças contribui para a redução da quantidade de vigas em determinados trechos, enquanto o uso das lajes treliçadas em áreas favoráveis promove economia de materiais e maior eficiência construtiva.

A mesclagem das soluções estruturais foi definida de forma planejada, respeitando a continuidade estrutural entre os elementos e a compatibilização do lançamento das lajes, vigas e pilares, de modo a assegurar a adequada transferência das cargas verticais aos elementos resistentes. Dessa forma, o projeto estrutural desenvolvido busca conciliar desempenho estrutural e viabilidade econômica, servindo como base para a análise comparativa dos quantitativos de materiais e dos custos da edificação estudada.

A Figura 13 apresenta a forma estrutural do pavimento superior correspondente à solução denominada modelo 2, o qual foi definido como pavimento de referência para a análise comparativa, por concentrar o maior número de elementos estruturais, variações de vãos e interferências arquitetônicas.

Figura 13 - Forma do pavimento superior com lajes maciças e treliçadas - Modelo 2

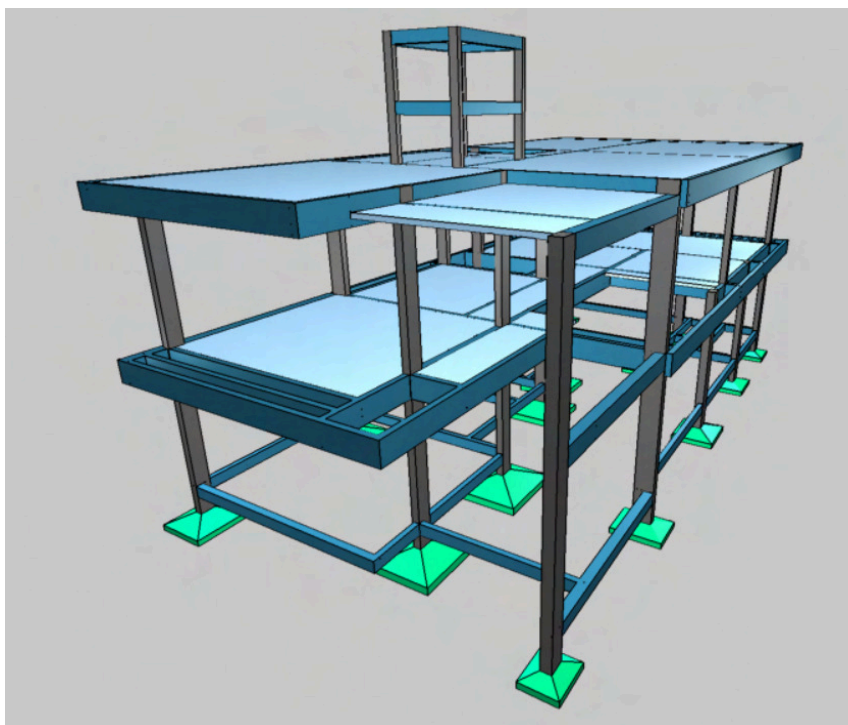


Fonte: Autor (2026).

Comparando os modelos, é possível observar uma redução no número de elementos estruturais em relação à forma apresentada no item anterior. Além disso, verifica-se maior continuidade dos pilares ao longo dos pavimentos, resultando em uma concepção estrutural mais regular e simplificada, o que contribui para a facilitação do processo executivo.

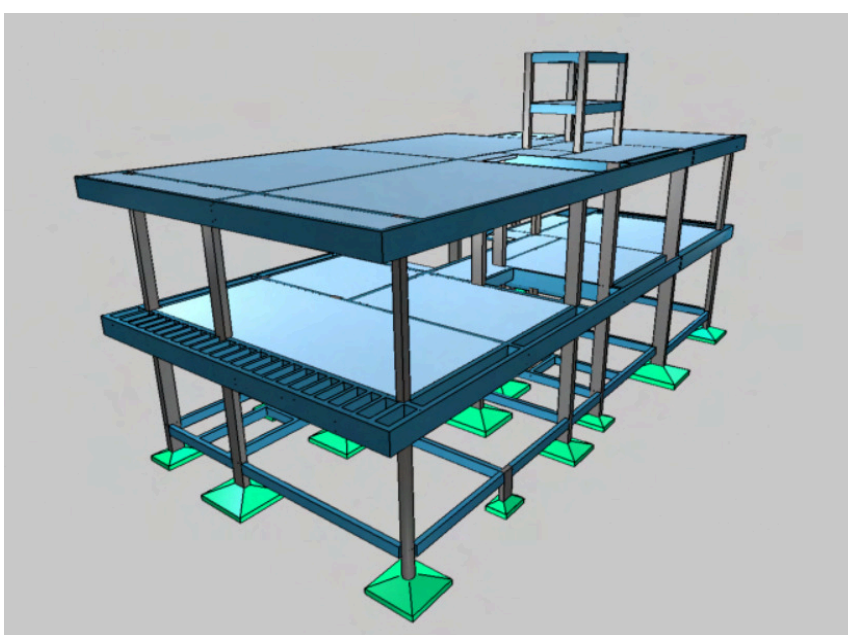
Nas figuras 14 a 16 a seguir, é possível visualizar a vista tridimensional da estrutura completa e do pavimento em estudo. Observa-se que, em função da adoção do modelo 2, a concepção estrutural do pavimento apresenta menos vigas e pilares.

Figura 14 - Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 2



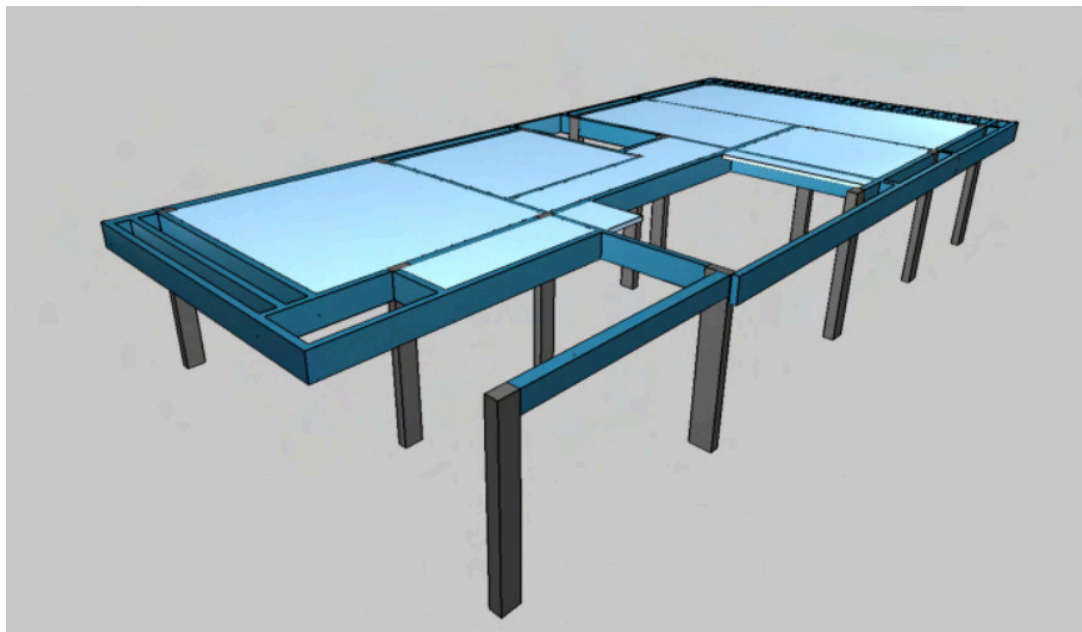
Fonte: Autor (2026)

Figura 15 - Vista 3D do lançamento estrutural - Modelo 2



Fonte: Autor (2026).

Figura 16 - Vista 3D do pavimento superior - Modelo 2



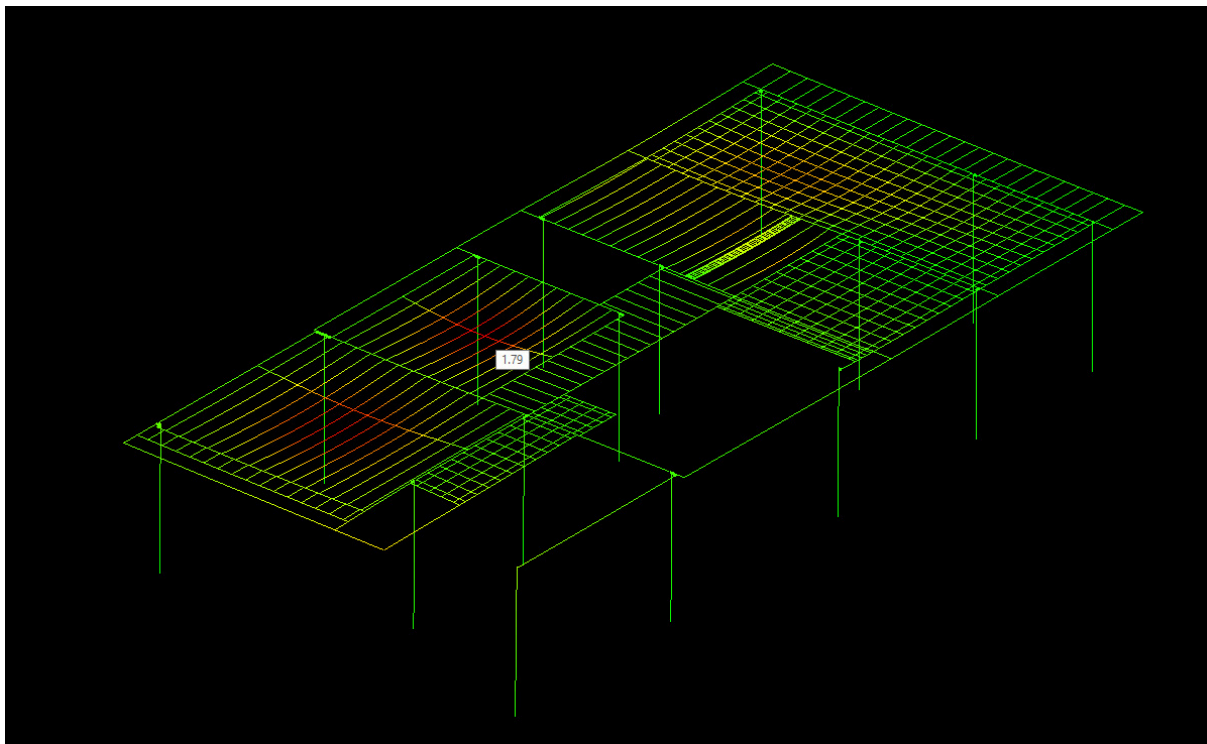
Fonte: Autor (2026).

Dessa forma, o modelo 2 constitui uma nova alternativa estrutural para o estudo, permitindo uma avaliação objetiva das vantagens e limitações de cada sistema adotado, bem como da influência da concepção estrutural nos resultados técnicos e econômicos da edificação analisada.

6.3.1 Análise da estrutura

Diante do pórtico unifilar do pavimento em estudo é possível analisar as flechas totais no pavimento. A flecha máxima ocorre em outro ponto, em destaque na figura 17, que corresponde a laje treliçada L10, na qual se observa que a maior deformação do pavimento atingiu o valor de 1,79 cm. Essa laje treliçada apresenta uma altura total de 16 cm, sendo 12 cm correspondentes a vigota e 4 cm à capa de concreto, além de possuir um vão livre de 4,55 m.

Figura 17 - Pórtico unifilar do pavimento superior - Modelo 2



Fonte: Autor (2026).

Diante das concepções estruturais apresentadas nos itens anteriores, torna-se possível avançar para a etapa de quantificação dos principais materiais adotados em cada solução. Assim, o item a seguir dedica-se à análise dos quantitativos de materiais empregados nas duas concepções como o consumo de aço, volume de concreto e área de forma referente à estrutura da edificação estudada. Essa avaliação permite estabelecer uma base objetiva para a comparação dos custos e para a análise da influência da concepção estrutural nos resultados técnicos e econômicos da edificação estudada.

6.4 Quantitativo de materiais dos sistemas estruturais

A quantificação dos materiais constitui uma etapa fundamental para a avaliação comparativa dos sistemas, uma vez que permite mensurar de forma objetiva o impacto da concepção estrutural no consumo de concreto, aço e fôrmas, fornecendo subsídios técnicos para a análise econômica subsequente. Os quantitativos foram obtidos a partir dos projetos apresentados nos itens anteriores. Para ambos os sistemas, adotaram-se os mesmos critérios de levantamento, de modo a garantir a comparabilidade dos resultados.

A análise comparativa dos custos e a discussão dos resultados serão desenvolvidas em item específico, com base nos quantitativos aqui levantados.

6.4.1 Quantitativo de materiais – Modelo 1

A Tabela 1 apresenta o quantitativo de materiais referentes à solução estrutural adotada no modelo 1, contemplando os principais elementos estruturais do projeto.

Tabela 01 - Quantitativo de materiais do modelo 1

MODELO 1			
ELEMENTOS	AÇO (kg)	CONCRETO (m³)	FÔRMA (m²)
SAPATAS	299,80	9,13	17,07
PILARES	1449,80	11,48	199,98
VIGAS	3020,60	36,50	502,5
LAJES	680,30	18,17	32,23
TOTAL	5449,70	75,28	751,78
*Os quantitativos apresentados acima são referentes a toda a estrutura			

Fonte: Autor (2026).

6.4.1 Quantitativo de materiais – Modelo 2

A tabela 2 apresenta o quantitativo de materiais referentes ao modelo 2, contemplando os mesmos elementos do item anterior.

Tabela 02 - Quantitativo de materiais do modelo 2

MODELO 2			
ELEMENTOS	AÇO (kg)	CONCRETO (m³)	FÔRMA (m²)
SAPATAS	229,00	7,03	13,27
PILARES	987,50	10,08	153,41
VIGAS	2374,50	33,00	295,18
LAJES	715,20	24,55	207,58
TOTAL	4306,20	74,66	669,44
*Os quantitativos apresentados acima são referentes a toda a estrutura			

Fonte: Autor (2026).

6.5 Orçamento dos sistemas estruturais

O orçamento dos sistemas estruturais analisados neste estudo foi elaborado com o objetivo de permitir uma comparação econômica entre as soluções adotadas, considerando os serviços de fôrmas, armaduras em aço e concreto, que representam parcela significativa do custo estrutural. Para tal, os quantitativos foram obtidos a partir dos projetos estruturais desenvolvidos para cada sistema, garantindo uniformidade nos critérios de levantamento.

A composição dos custos foi realizada por meio do site Orçamentor, ferramenta digital utilizada para a elaboração de orçamentos de obras, adotando como base nos custos unitários do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Essa metodologia assegura padronização, confiabilidade dos valores empregados e aderência à realidade do mercado da construção civil brasileira.

A partir dos dados obtidos, procedeu-se à análise comparativa dos custos totais de cada sistema estrutural, possibilitando a avaliação do impacto econômico das diferentes soluções construtivas adotadas.

6.5.1 Orçamento do Modelo 1

O custo total estimado para a execução da estrutura utilizando o sistema do modelo 1 em laje pré-moldada treliçada resultou no valor aproximado de R\$118.908,69 conforme apresentado na Figura 18, que apresenta o detalhamento dos custos por tipo de material.

O orçamento considerou os principais insumos estruturais, abrangendo os custos relativos ao concreto, ao aço e às fôrmas, de acordo com os quantitativos levantados no projeto estrutural. Observa-se que o consumo desses materiais está diretamente relacionado às características do sistema pré-moldado adotado.

Os custos foram estimados a partir de composições de preços unitários e referências de mercado, adotando-se critérios uniformes, de modo a garantir coerência e confiabilidade nos resultados apresentados. Dessa forma, o orçamento da estrutura com laje pré-moldada treliçada constitui uma base consistente para a comparação com a solução 2, apresentada no item subsequente.

Figura 18 - Orçamento de concreto, fôrma e aço - Modelo 1

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO COM BDI	TOTAL	AÇÕES
:: 1.1	I-34449 12/2025	ACO CA-50, 6,3 MM, DOBRADO E CORTADO	KG	95,90	R\$ 8,57	R\$ 8,57	R\$ 821,86	...
:: 1.2	I-33 12/2025	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	917,40	R\$ 7,75	R\$ 7,75	R\$ 7.109,85	...
:: 1.3	C-92802 12/2025	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	KG	917,40	R\$ 9,08	R\$ 9,08	R\$ 8.329,99	...
:: 1.4	I-43058 12/2025	ACO CA-50, 10,0 MM, OU 12,5 MM, OU 16,0 MM, OU 20,0 MM, DOBRADO E CORTADO	KG	3.322,40	R\$ 7,27	R\$ 7,27	R\$ 24.153,85	...
:: 1.5	I-1525 12/2025	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, COM BOMBEAMENTO (DISPONIBILIZACAO DE BOMBA), SEM O LANÇAMENTO (NBR 8953)	M3	75,28	R\$ 599,90	R\$ 599,90	R\$ 45.160,47	...
:: 1.6	I-1347 12/2025	CHAPA/PAINEL DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA (MADEIRITE PLASTIFICADO) PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2200 X 1100 MM, E = 12 MM	M2	751,78	R\$ 33,61	R\$ 33,61	R\$ 25.267,33	...
:: 1.8	I-43061 12/2025	ACO CA-60, 4,2 MM OU 5,0 MM, DOBRADO E CORTADO	KG	1.114,00	R\$ 7,24	R\$ 7,24	R\$ 8.065,36	...

Total

R\$ 118.908,69

Total sem BDI R\$ 118.908,69

Total do BDI R\$ 0,00

Fonte: Orçamentor (2026).

6.5.2 Orçamento do Modelo 2

O orçamento da estrutura composta por lajes maciças moldadas *in loco* e lajes pré-moldadas treliçadas, foi elaborado com base no projeto estrutural do modelo 2, conforme apresentado nos itens anteriores. Para fins de comparação adequada entre os sistemas estruturais, foram adotados os mesmos critérios de levantamento de quantitativos e estimativa de custos utilizados no orçamento da estrutura em laje pré-moldada treliçada.

O custo total estimado para a execução da estrutura utilizando o modelo 2 resultou no valor aproximado de R\$109.299,01 conforme apresentado na Figura 19, que detalham os custos dos principais insumos considerados no orçamento.

Assim como no modelo 1, o orçamento contemplou os custos relativos ao concreto, ao aço e às fôrmas, sendo os quantitativos diretamente associados às características construtivas do sistema adotado. A utilização de lajes maciças moldadas *in loco* em conjunto com lajes pré-moldadas treliçadas influenciou a distribuição dos materiais, refletindo em variações nos consumos de concreto e aço, bem como na necessidade de fôrmas em determinadas regiões da estrutura.

Os valores foram obtidos a partir de composições de preços unitários e referências de mercado, mantendo-se uniformidade metodológica em relação ao orçamento do modelo 1. Dessa forma, o orçamento da estrutura do modelo 2 apresenta-se como uma base consistente e

comparável, permitindo a análise crítica dos impactos técnicos e econômicos decorrentes da adoção de diferentes concepções estruturais para a edificação estudada.

Figura 19 - Orçamento de concreto, fôrma e aço - Modelo 2

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO COM BDI	TOTAL	AÇÕES
:: 1.1	I-34449 12/2025	ACO CA-50, 6,3 MM, DOBRADO E CORTADO	KG	217,50	R\$ 8,57	R\$ 8,57	R\$ 1.863,98	...
:: 1.2	I-33 12/2025	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	1.079,60	R\$ 7,75	R\$ 7,75	R\$ 8.366,90	...
:: 1.3	C-92802 12/2025	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	KG	1.079,60	R\$ 9,08	R\$ 9,08	R\$ 9.802,77	...
:: 1.4	I-43058 12/2025	ACO CA-50, 10,0 MM, OU 12,5 MM, OU 16,0 MM, OU 20,0 MM, DOBRADO E CORTADO	KG	2.146,60	R\$ 7,27	R\$ 7,27	R\$ 15.605,78	...
:: 1.5	I-1525 12/2025	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C30, BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, COM BOMBEAMENTO (DISPONIBILIZACAO DE BOMBA), SEM O LANCAMENTO (NBR 8953)	M3	74,66	R\$ 599,90	R\$ 599,90	R\$ 44.788,53	...
:: 1.6	I-1347 12/2025	CHAPA/PAINEL DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA (MADEIRITE PLASTIFICADO) PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2200 X 1100 MM, E = 12 MM	M2	669,44	R\$ 33,61	R\$ 33,61	R\$ 22.499,88	...
:: 1.8	I-43061 12/2025	ACO CA-60, 4,2 MM OU 5,0 MM, DOBRADO E CORTADO	KG	880,00	R\$ 7,24	R\$ 7,24	R\$ 6.371,20	...

Total

R\$ 109.299,01

Total sem BDI **R\$ 109.299,01**

Total do BDI **R\$ 0,00**

Fonte: Orçamentor (2026).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo tem como objetivo analisar e discutir os resultados obtidos a partir da comparação entre as duas concepções estruturais estudadas neste trabalho: a estrutura executada integralmente com lajes pré-moldadas treliçadas (Modelo 1) e a estrutura composta por lajes maciças moldadas *in loco* e lajes pré-moldadas treliçadas (Modelo 2).

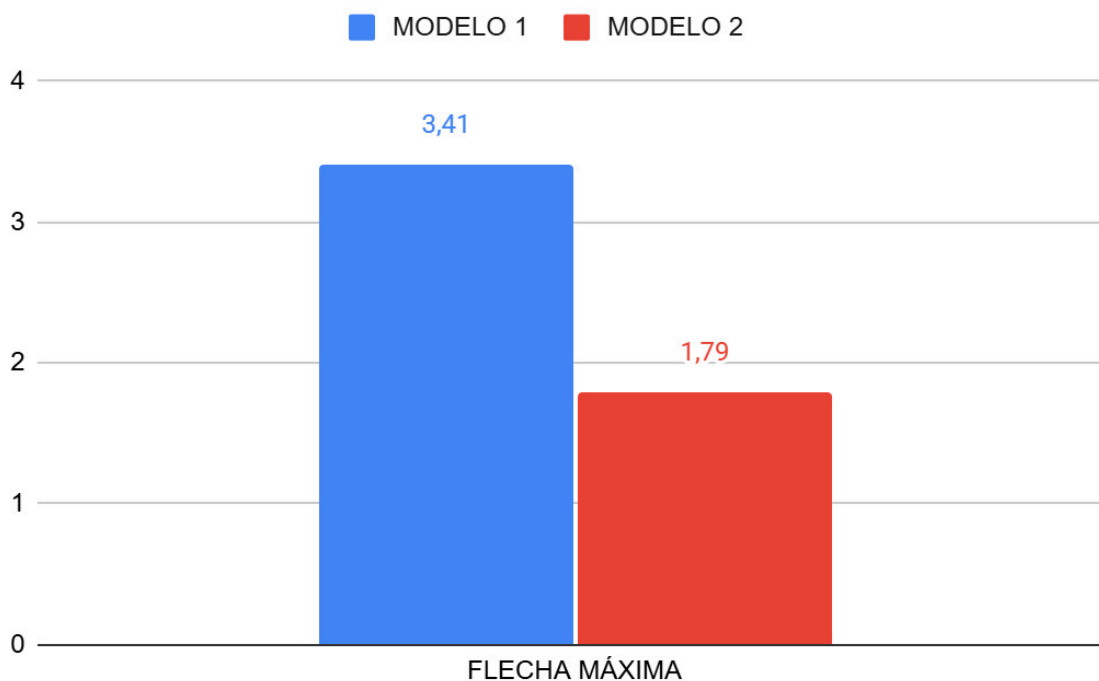
A análise dos resultados fundamenta-se em critérios técnicos e econômicos, considerando o consumo de materiais estruturais (aço, concreto e fôrmas) e o comportamento estrutural em termos de desempenho em serviço (flechas), para os dois modelos. Além disso, busca-se avaliar os impactos dessas concepções sob a ótica da viabilidade econômica em curto, médio e longo prazo, de modo a identificar a solução estrutural mais eficiente para a edificação estudada.

Os resultados apresentados neste capítulo baseiam-se na análise estrutural, bem como nos quantitativos e orçamentos expostos nos itens anteriores, permitindo uma discussão integrada entre desempenho estrutural e custo final da obra.

7.1 Desempenho estrutural e análise das flechas

Do ponto de vista do desempenho estrutural, a análise das flechas mostrou-se um dos aspectos mais relevantes para a comparação entre as soluções adotadas. No modelo 1 observou-se que a laje L20 apresentou flecha total de 3,41cm para o vão analisado de 4,40 m, o que exigiu a adoção de reforços estruturais.

Por outro lado, no modelo 2, a laje L10 apresentou flecha máxima de 1,79 cm, para um vão livre de 4,55 m. Esse comportamento evidencia a influência positiva da concepção estrutural adotada no modelo 2, onde foi possível vencer vãos maiores com menores deformações. A maior rigidez global da estrutura contribuiu para uma distribuição mais eficiente dos esforços e para um melhor controle das deformações, reduzindo a necessidade de reforços estruturais e aumentando a confiabilidade do sistema quanto ao desempenho em serviço. A figura 20 apresenta a comparação entre as flechas máximas observadas no pavimento superior..

Figura 20 - Flechas no pavimento superior**FLECHAS**

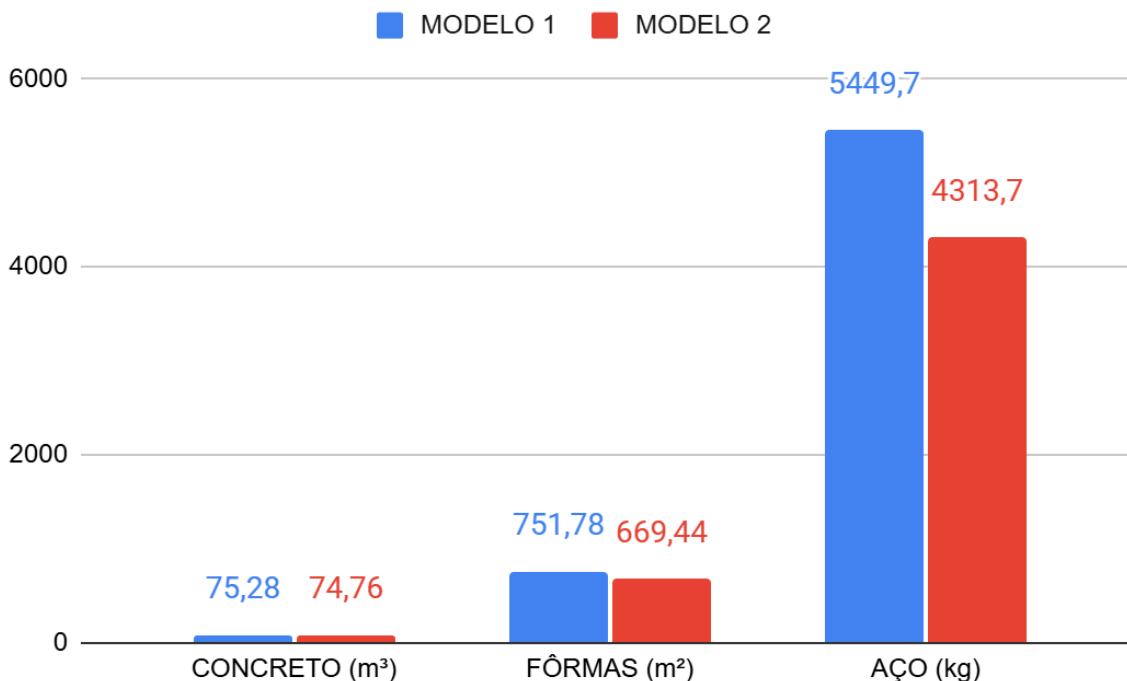
Fonte: Autor (2026).

7.2 Comparação do consumo de materiais estruturais

A comparação dos quantitativos de materiais evidencia a influência direta da concepção estrutural no consumo de aço, concreto e área de fôrmas. A figura 21 apresenta um resumo comparativo dos quantitativos globais obtidos para os dois sistemas estruturais analisados.

Figura 21 - Consumo de materiais

CONSUMO DE MATERIAIS



Fonte: Autor (2026).

De acordo com a análise do gráfico, é possível perceber que o modelo 2 apresentou redução significativa no consumo de aço e na área de fôrmas quando comparada à solução executada integralmente com lajes pré-moldadas treliçadas do modelo 1. Essa redução está diretamente associada à diminuição do número de vigas e pilares no modelo 2.

Tomando-se o modelo 1 como referência (100%) percebe-se que, em relação ao volume de concreto, ambos os modelos apresentaram valores semelhantes evidenciados através de uma redução percentual de apenas 0,7% no modelo 2. No entanto, para esse mesmo modelo, esse consumo é compensado pela redução de elementos estruturais secundários, evidenciada por uma redução de 11% na área de fôrmas e pela melhor distribuição dos esforços, refletindo em um comportamento estrutural mais eficiente, e num consumo de aço 21% inferior.

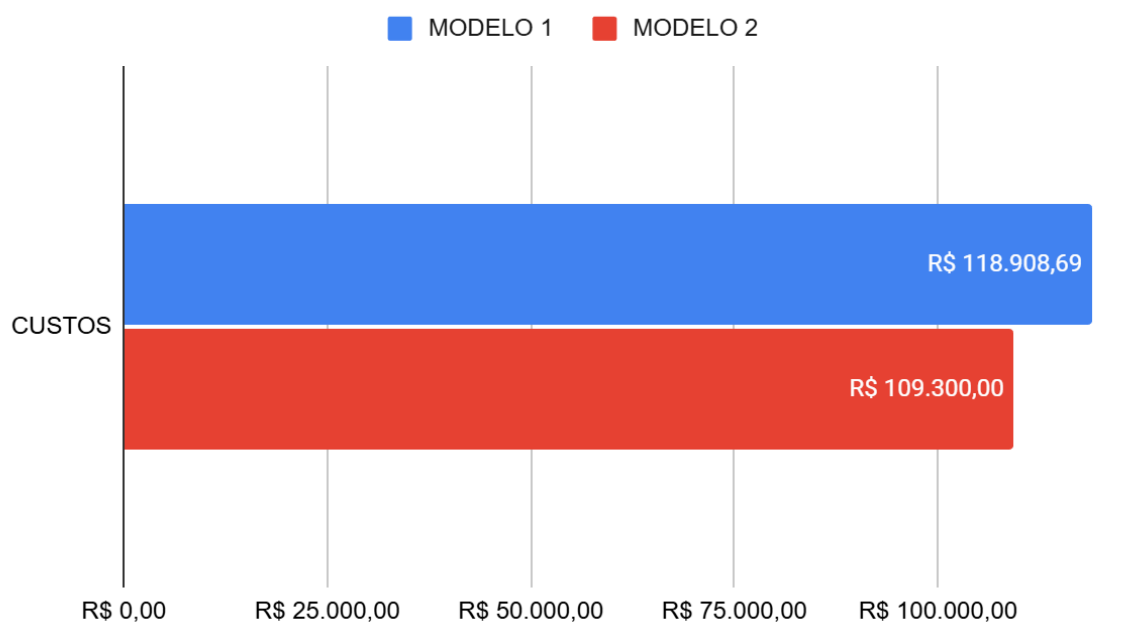
7.3 Análise econômica e viabilidade financeira

A análise econômica dos sistemas estruturais evidencia diferenças relevantes entre as soluções adotadas. O custo total estimado para a estrutura do modelo 1 foi de R\$ 118.908,69,

enquanto a estrutura do modelo 2 apresentou custo total de R\$ 109.300,00, resultando em uma economia imediata de aproximadamente R\$ 10.000,00, o que corresponde a uma redução de 10% no custo estrutural da edificação, (figura 22).

Figura 22 – Comparativo de custos entre os modelos estruturais

CUSTOS DOS MODELOS ESTRUTURAIS



Fonte: Autor (2026).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo realizar a análise comparativa entre duas concepções estruturais aplicadas a uma edificação residencial unifamiliar, avaliando-as segundo seu desempenho técnico e sua viabilidade econômica. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que a concepção estrutural adotada influencia diretamente o comportamento da estrutura, o consumo de materiais e o custo final da obra.

Ressalta-se que, em obras de pequeno porte, como residências unifamiliares, as diferenças de custo entre sistemas estruturais tendem a ser menores, uma vez que os quantitativos totais são reduzidos, porém para uma edificação de maior porte esses quantitativos podem ser bem mais expressivos. Entretanto, mesmo sendo o impacto direto apenas no custo da estrutura, a importância da concepção e análise estrutural mais viável vai mais além, pois soluções que apresentam melhor desempenho estrutural, como o modelo 2, constituem alternativas mais comprometidas com a durabilidade da edificação.

Comparando-se as duas soluções e tomando o modelo 1 como base, tem-se que: no curto prazo, a economia observada através da adoção do modelo 2, representa uma vantagem direta para o proprietário, reduzindo o investimento inicial necessário para a execução da estrutura. Essa redução decorre, principalmente, da diminuição do consumo de aço e da área de fôrmas, associada à concepção estrutural mais eficiente adotada neste modelo.

No médio prazo, a solução do modelo 2 tende a apresentar vantagens relacionadas à execução da obra no que diz respeito a maior regularidade estrutural de vigas e pilares mas não relativamente às lajes, o que pode ou não, contribuir para o aumento da produtividade e para a redução da complexidade construtiva.

Sob a ótica do longo prazo, o melhor controle das deformações observado no modelo 2, contribui para a redução de patologias associadas a fissuras excessivas, implicando em menor necessidade de manutenções corretivas ao longo da vida útil da edificação e maior durabilidade da estrutura.

Resumidamente, verifica-se que a concepção estrutural do modelo 2 mostrou-se tecnicamente mais eficiente e economicamente mais vantajosa para a edificação analisada. A combinação de lajes maciças moldadas *in loco* e lajes pré-moldadas treliçadas permitiu

explorar as vantagens de cada um desses sistemas de laje, resultando em melhor desempenho estrutural, racionalização do consumo de materiais e redução de custos.

REFERÊNCIAS

ALTOQI. **AltoQi Eberick – Software para cálculo e projetos estruturais em BIM**. Florianópolis: AltoQi, [s.d.]. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/eberick>. Acesso em: 20 nov. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:2023**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120:2019**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14859:2016**: Lajes pré-fabricadas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, José Rodrigues. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 3. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 2. ed. rev. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PINHEIRO, Libânio Miranda. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Paulo: PINI, 2010.

RV ARQUITETURA E INTERIORES. **Projeto arquitetônico residencial unifamiliar**. João Pessoa, 2023.

SILVA, Marcos A.; COSTA, Fernanda R. **Análise comparativa de métodos de cálculo estrutural**: uma abordagem técnica e prática. *Revista Engenharia Estrutural*, v. 28, 2018.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). **Tabelas de custos e índices da construção civil**. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2026.

APÊNDICE A - PROJETO ESTRUTURAL MODELO 1

<https://drive.google.com/drive/folders/1UIYOBVkeY8NhpA9H9uTg7Fr9VX7tUPvl>

APÊNDICE B - PROJETO ESTRUTURAL MODELO 2

<https://drive.google.com/drive/folders/1buyLahTFVU6nIID9dqTsEZINBCKRNE5I>

ANEXO A - PROJETO DE ARQUITETURA

https://drive.google.com/drive/folders/15xFAULtko_uEvCAkv3FdvNXBweqz6el1

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
	Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC DIEGO VERSÃO FINAL

Assunto:	TCC DIEGO VERSÃO FINAL
Assinado por:	Diego Gomes
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Diego Gomes da Silva, DISCENTE (202112220007) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - JOÃO PESSOA, em 08/08/2026 16:38:44.

Este documento foi armazenado no SUAP em 08/08/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1942269
Código de Autenticação: d86d824a0f

