

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS DE MÃO DE OBRA E MATERIAIS ENTRE A LAJE MACIÇA, PRÉ-MOLDADA TRELIÇADA COM ENCHIMENTO EM EPS E COM ENCHIMENTO DE LAJOTAS CERÂMICAS EM UM EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

COMPARATIVE ANALYSIS OF LABOR AND MATERIALS COSTS BETWEEN SOLID SLAB, PRECAST TRUSTED WITH EPS FILLING AND WITH CERAMIC TILE FILLING IN A CIVIL CONSTRUCTION PROJECT

Madonna Dayanna de Oliveira Padias¹
Lucas Tarlau Balieiro²
Marcelo Rodrigo de Matos Pedreiro³

RESUMO: A Indústria da Construção Civil (ICC) desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, sendo responsável por obras de infraestrutura, serviços especializados e edificações. Sua relevância se destaca com a urbanização, atendendo demandas por mobilidade, moradia e saneamento, embora envolva processos complexos e diversos insumos. Estruturas de concreto armado destacam-se entre as técnicas construtivas amplamente utilizadas. Este material, composto por agregados, água e cimento Portland, é reforçado com aço para suportar esforços de tração. Nesse contexto, as lajes são elementos bidimensionais de concreto armado, caracterizados por comprimento e largura predominantes em relação à espessura, sendo também denominadas placas. Sendo assim, tem-se a seguinte pergunta-problema para o norteamento da presente pesquisa: qual é o tipo de laje mais viável, em termos financeiros, considerando-se a maciça, a pré-fabricada treliçada com enchimento em EPS e a com enchimento de lajotas cerâmicas? O objetivo do estudo é investigar qual é o tipo de laje mais viável, em termos financeiros, considerando-se a maciça, a pré-fabricada treliçada com enchimento em EPS e a com enchimento de lajotas cerâmicas. Já os objetivos específicos são: discorrer sobre as principais características das lajes maciças; discorrer sobre as principais características da lajes pré-moldadas com enchimento em lajotas cerâmicas e EPS; analisar a composição de custos das lajes estudadas, em termos de mão de obra e materiais, segundo a literatura disponível; realizar um estudo de caso por meio da comparação de custos de mão de obra e materiais para as lajes em estudo. Os resultados demonstram que os valores absolutos são de R\$ 36.130,83, R\$ 33.109,66 e R\$ 40.359,92, para a LPMEPS (Laje Pré-Moldada com Enchimento em EPS), LPMLC (Laje Pré-Moldada com Enchimento em Lajota Cerâmica) e LM (Laje Maciça), respectivamente. Em vista disto, a LPMLC é a mais viável, com uma diferenciação de R\$ 3.021,17 para a com EPS e de R\$ 7.250,26 para a maciça.

2009

Palavras Chave: Construção Civil. Custos. Laje.

¹Discente. Universidade Brasil - Fernandópolis/SP.

²Pós-Graduação. Universidade Brasil - Fernandópolis/SP.

³Mestrado. FEIS-UNESP- Ilha Solteira/SP.

ABSTRACT: The Civil Construction Industry (ICC) plays a fundamental role in the socioeconomic development of Brazil, being responsible for infrastructure works, specialized services and buildings. Its relevance is highlighted with urbanization, meeting demands for mobility, housing and sanitation, although it involves complex processes and several inputs. Reinforced concrete structures stand out among the widely used construction techniques. This material, composed of aggregates, water and Portland cement, is reinforced with steel to withstand tensile forces. In this context, slabs are two-dimensional reinforced concrete elements, characterized by predominant length and width in relation to thickness, and are also called plates. Therefore, the following problem-question has been raised to guide this research: what is the most viable type of slab, in financial terms, considering the solid, the prefabricated lattice with EPS filling and the one with ceramic tile filling? The objective of the study is to investigate which type of slab is most viable, in financial terms, considering the solid slab, the precast lattice slab with EPS filling and the slab with ceramic tile filling. The specific objectives are: to discuss the main characteristics of solid slabs; to discuss the main characteristics of precast slabs with ceramic tile and EPS filling; to analyze the cost composition of the slabs studied, in terms of labor and materials, according to the available literature; to conduct a case study by comparing labor and material costs for the slabs under study. The results show that the absolute values are R\$ 36,130.83, R\$ 33,109.66 and R\$ 40,359.92 for LPMEPS (Precast Slab with EPS Filling), LPMLC (Precast Slab with Ceramic Tile Filling) and LM (Solid Slab), respectively. In view of this, LPMLC is the most viable, with a differentiation of R\$ 3,021.17 for the one with EPS and R\$ 7,250.26 for the solid one.

Keywords: Civil Construction. Costs. Slab.

I INTRODUÇÃO

I.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Indústria da Construção Civil (ICC) é fundamental para o desenvolvimento do Brasil, promovendo avanços em áreas como infraestrutura, habitação e saneamento, especialmente com o crescimento urbano acelerado. Dividida em três segmentos principais — infraestrutura, serviços especializados e construção de edificações.

O concreto armado é destaque nesse setor, combinando cimento, água, agregados e aço para oferecer durabilidade e resistência, especialmente contra esforços de tração, como explica Chagas (2019). As lajes, elementos estruturais essenciais para a sua capacidade de suportar cargas, têm papel central na construção civil.

Apesar de sua importância, o progresso da ICC exige inovação, sustentabilidade e aprimoramento técnico para enfrentar os desafios do setor e assegurar sua relevância no futuro.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante das diversas opções de lajes disponíveis para construção, é crucial identificar a mais viável economicamente, garantindo que a escolha esteja alinhada às necessidades do projeto e assegurando qualidade e eficiência na obra. Assim, esta pesquisa busca responder à seguinte questão: qual é o tipo de laje mais vantajoso financeiramente entre a maciça, a pré-moldada treliçada com enchimento em EPS e a com enchimento de lajotas cerâmicas?

1.3 JUSTIFICATIVA

A justificativa deste estudo apoia-se em dois aspectos principais: a contribuição acadêmica e a dinamização da Indústria da Construção Civil. Academicamente, a análise comparativa de viabilidade entre três tipos de lajes oferece informações relevantes que enriquecem o conhecimento disponível e incentivam futuras pesquisas na área. Por outro lado, o avanço no entendimento das técnicas construtivas pode otimizar processos na ICC, promovendo maior eficiência, qualidade e eficácia nos empreendimentos do setor.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO

Investigar qual é o tipo de laje mais viável, em termos financeiros, considerando-se a maciça, a pré-fabricada treliçada com enchimento em EPS e a com enchimento de lajotas cerâmicas

2011

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LAJE MACIÇA

As Lajes Maciças (LM) são uma tipologia de elemento estrutural largamente utilizada. Neste sentido, segundo é salientado por Cavalcante Júnior (2022), configuram-se como estruturas onde a seção transversal é constante, no geral, e composta inteiramente por concreto e as armaduras. Além disto, o autor também destaca que as barras de aço empregadas podem ser longitudinais, na maioria dos casos, ou uma composição destas com transversais. Ademais, seu sistema de apoio pode ser em outros elementos de concreto armado, como é o caso de vigas, ou, até mesmo, em paredes.

Sendo assim, tem-se na Figura 1 um exemplo deste tipo de laje.

Figura 1 – Exemplificação da laje maciça



Fonte: Engemix (2022)

De acordo com Gondim (2023), a resistência e a capacidade da laje acumulada de suportar os esforços aplicados exclusivamente diretamente de sua espessura, já que as demais dimensões são ajustadas conforme critérios arquitetônicos. Braga (2021) complementa, apontando que a espessura dessas lajes varia entre 7 cm e 16 cm, dependendo das cargas previstas. Além disso, Braga explica que a construção de uma laje envolve sete etapas principais: montagem de fôrmas e escoras, instalação das armaduras, colocação de dutos, concretagem, adensamento, cura do concreto e remoção das fôrmas e escoras. Apesar de sua alta adaptabilidade a diferentes condições de carga, Cavalcante Júnior (2022) ressalta que o maior custo é uma desvantagem significativa dessa estrutura.

2012

3.2 LAJE PRÉ-MOLDADA

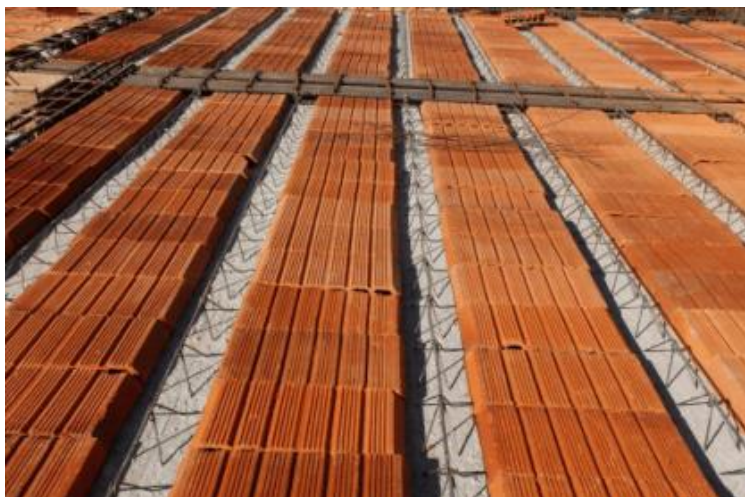
As lajes pré-moldadas, também denominadas de lajes pré-fabricadas, segundo é salientado por Gondim (2023), conforme é sugerido por sua nomenclatura, refere-se a uma tipologia de elementos construtivos que são manufaturados antes do início da obra, em locais adequados a esta finalidade, como fábricas. Dessa forma, ainda segundo o autor, as mais usuais são, as de Vigota Treliçada (VT) e as de Vigota Protendida (VP). Outrossim, ainda se ressalta que o enchimento do espaço entre estes elementos pode ser feito com lajotas cerâmicas ou EPS.

3.2.1 Laje pré-moldada treliçada com enchimento em lajotas cerâmicas e EPS

A laje pré-moldada treliçada com enchimento em lajota cerâmica, segundo é salientado por Florentino (2022), são elementos construtivos que foram amplamente difundidos ao final da Segunda Guerra Mundial (SGM), com a finalidade de ser um elemento estrutural tácito na reconstrução das cidades que foram arrasadas no conflito. Em complemento a isso, segundo é destacado por Lira Neto (2020), no que se refere ao âmbito Brasileiro, este recurso construtivo difundiu-se em larga escala, uma vez que, usualmente, para construções de pequeno a médio porte, os custos costumam ser mais acessíveis que a LM.

Sendo assim, tem-se nas Figuras 2a e 2b ilustrações de lajes pré-moldadas treliçadas com enchimento em lajota cerâmica e EPS, respectivamente.

Figura 2a – Ilustração de uma laje pré-moldada treliçada com enchimento em lajota cerâmica



Fonte: PP Painéis (2020)

Figura 2b – Ilustração de uma laje pré-moldada treliçada com enchimento em EPS



Fonte: JM Pré - Fabricados (2024)

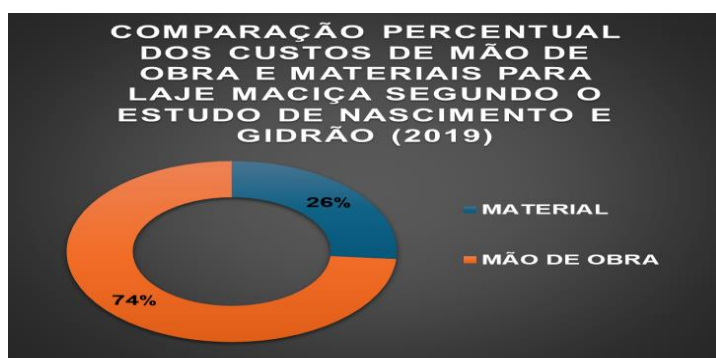
No que se refere às Figuras 2a e 2b, segundo é destacado por Gondim (2023), as lajes pré-fabricadas treliçadas com enchimento em lajota cerâmica apresentam um custo inferior às com EPS. No entanto, o autor também salienta que o seu processo construtivo é mais dificultoso, uma vez que há a necessidade de maior atenção ao seu processo de concretagem e manuseio do enchimento, à fim de se evitar trincas, quebras e desperdícios em termos de material.

3.3 Comparação de custos para lajes maciças

3.3.1 Análise do estudo de Nascimento e Gidrão (2019)

Inicialmente, no que se refere à análise comparativa de custos de material e mão de obra mediante o estudo conduzido por Nascimento e Gidrão (2019), apresenta-se o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Comparação percentual dos custos de mão de obra e materiais para laje maciça segundo o estudo de Nascimento e Gidrão (2019)



Fonte: Adaptado de Nascimento e Gidrão (2019)

O Gráfico 1 apresenta uma análise comparativa relativa entre os custos para os materiais e a mão de obra, para uma construção de um pavimento, cuja laje deverá ter 50m². A localização da construção é na cidade de São Paulo. Sendo assim, observa-se que a mão de obra representa 74% de todos os custos envolvidos na construção deste elemento estrutural, enquanto o material representa apenas 26% do montante total. Dessa forma, tem-se que, da valoração absoluta de R\$11.803,19, no estudo de Nascimento e Gidrão (2019) R\$ 8.734,36 equivale aos colaboradores, enquanto R\$ 3.068,83 é referente aos insumos.

3.3.2 Análise do estudo de Weizenmann (2021)

Em complemento às análises anteriormente realizadas sobre os custos das lajes maciças em relação à composição da mão de obra e materiais empregados, tem-se no Gráfico 2 o estudo conduzido por Weizenmann (2021).

Gráfico 2 – Comparação percentual dos custos de mão de obra e materiais para laje maciça segundo estudo de Weizenmann (2021)



Fonte: Adaptado de Weizenmann (2021)

O Gráfico 2 apresenta o perfil percentual relativo para a comparação de custos da edificação que foi analisada por Weizenmann (2021). Dessa forma, observa-se que a mão de obra representa 34% de todos os custos, enquanto o material refere-se a 66% do total observado. Sendo assim, considerando-se uma construção de proporções expressivas (20 pavimentos com 60m de altura final do projeto), tem-se uma valoração absoluta média de R\$ 3.050.026,74, onde os materiais são equivalentes a R\$ 2.025.586,74 e a mão de obra a R\$ 1.024.440,00.

3.3.3 Comparação de custos para laje pré-moldada com preenchimento de lajotas cerâmicas

3.3.3.1 Análise do estudo de Pereira e Farto (2020)

Quanto à análise comparativa dos custos percentuais de mão de obra e materiais, empregados para a construção de lajes pré-fabricadas treliçadas, com enchimento em lajotas cerâmicas, tem-se o Gráfico 3 com a composição do estudo realizado por Pereira e Farto (2020).

Gráfico 3 – Comparação percentual dos custos de mão de obra e materiais para laje pré-fabricada treliçada com enchimento de lajota cerâmica segundo o estudo de Pereira e Farto (2020)



Fonte: Adaptado de Pereira e Farto (2020)

O Gráfico 3 consiste na análise comparativa dos custos da laje treliçada com enchimento em lajota cerâmica para uma edificação de um pavimento, que se localiza na região de Sinop – MT, composta pelas seguintes dependências: 1 quarto, 1 banheiro social, 1 suíte, 1 sala, 1 cozinha e 1 lavanderia. Isso totaliza uma área de 83,98m². Em vista disto, tem-se que os materiais representam um custo de 82%, em contraste com a mão de obra que equivale a 18%. Em termos absolutos, o material refere-se a R\$ 9.129,11, enquanto os colaboradores e serviços são de apenas R\$ 2.056,51.

3.3.3.2 Análise do estudo de Brandalise e Wesling (2015)

De modo a se complementar as análises quanto ao perfil de custos para as lajes pré-fabricadas treliçadas com enchimento em lajota cerâmica, apresenta-se o Gráfico 4 com o estudo desenvolvido por Brandalise e Wesling (2015).

Gráfico 4 – Comparação percentual dos custos de mão de obra e materiais para laje pré-fabricada treliçada com enchimento de lajotas cerâmicas segundo o estudo de Brandalise e Wesling (2015)



Fonte: Adaptado de Brandalise e Wesling (2015)

O Gráfico 4 apresenta o perfil de custos da laje pré-fabricada treliçada com enchimento em lajota cerâmica para construção em uma edificação de 4 pavimentos, localizada no Estado do Paraná, mais precisamente na cidade de Pato Branco. Dessa forma, o estudo desenvolvido por Brandalise e Wesling (2015) destaca que a valoração total é de 58,08 R\$/m². Disto, 66% refere-se aos materiais, abrangendo um total de 38,33 R\$/m², enquanto 34% é referente aos 19,75 R\$/m² consistente com a mão de obra.

3.3.4 Comparação de custos para laje pré-moldada com preenchimento de EPS

3.3.4.1 Análise do estudo de Pereira e Farto (2020)

No que concerne ao estudo que foi desenvolvido por Pereira e Farto (2020), quanto à composição dos custos para a laje pré-fabricada treliçada com enchimento em EPS, tem-se o Gráfico 5.

Gráfico 5 – Comparação percentual dos custos de mão de obra e materiais para laje pré-fabricada treliçada com enchimento de EPS segundo o estudo de Pereira e Farto (2020)



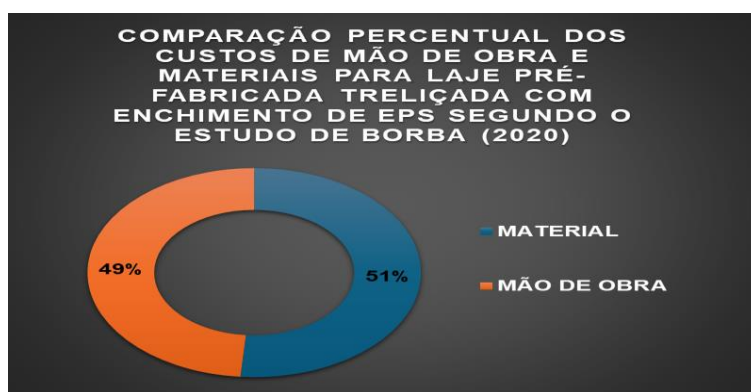
Fonte: Adaptado de Pereira e Farto (2020)

No que tange ao Gráfico 5, este apresenta a outra laje que foi estudada por Pereira e Farto (2020), que se refere à laje pré-fabricada com enchimento em EPS. Com isto, tem-se que os materiais se referem a 79% de todo o montante, enquanto a mão de obra é de 21%. Em se tratando dos aspectos absolutos observados, o total foi de R\$ 9.659,53, de maneira que os insumos correspondem a R\$ 7.603,02 e a mão de obra a R\$ 2.056,51.

3.3.4.2 Análise do estudo de Borba (2020)

Por fim, em complemento às análises anteriormente realizadas quanto aos custos relativos às lajes pré-fabricadas treliçadas com enchimento em EPS, tem-se no Gráfico 6 a síntese do estudo que foi conduzido por Borba (2020).

Gráfico 6 – Comparação percentual dos custos de mão de obra e materiais para laje pré-fabricada com enchimento de EPS segundo o estudo de Borba (2020)



Fonte: Adaptado de Borba (2020)

No que concerne ao Gráfico 6, este refere-se ao perfil de custos do estudo que foi conduzido por Borba (2020) quanto à laje pré-fabricada com enchimento em EPS, de maneira que os materiais correspondem a 51% e a mão de obra a 49%. Com isto, considerando-se que é uma edificação de alto padrão, com um subsolo, um térreo e mais um pavimento, totalizando 1110m², a valoração absoluta demonstra que este elemento estrutural corresponde a R\$ 229.637,41, onde a mão de obra consiste em R\$ 111.783,67, e os materiais em R\$ 117.853,74.

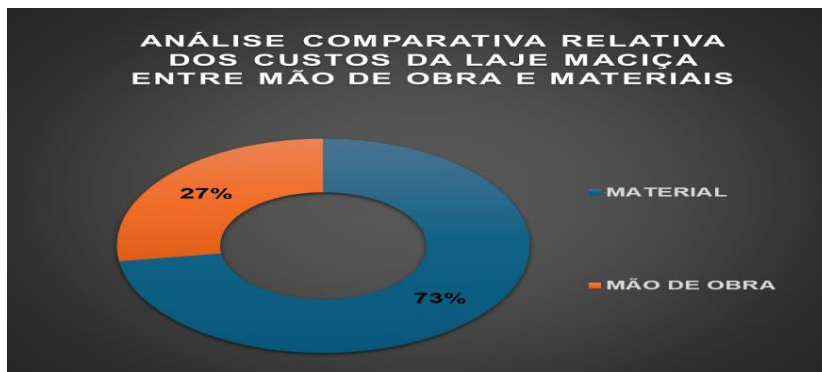
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPARAÇÃO PERCENTUAL ENTRE OS CUSTOS DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA PARA AS LAJES ESTUDADAS

4.1.1 Laje maciça

No que se refere à análise comparativa dos custos para a laje maciça, em se tratando dos valores relativos percentuais para a mão de obra e os materiais empregados, tem-se o Gráfico 7.

Gráfico 7 – Análise comparativa relativa dos custos da laje maciça entre mão de obra e materiais



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Conforme pode ser observado no Gráfico 7, este apresenta o perfil percentual comparativo para a laje maciça estudada neste documento, em relação aos materiais e mão de obra. Dessa forma, tem-se uma representatividade de 73% e 27%, respectivamente, evidenciando o elevado custo dos insumos na consecução deste tipo de laje.

Um dos aspectos que pode influenciar sobremaneira o perfil percentual observado é a natureza executiva da laje maciça, uma vez que esta demanda por uma quantidade maior de fôrmas e outros elementos para sua construção. Além disto, a armadura deste tipo de laje apresenta um custo elevado, devido à necessidade de comporte aos esforços solicitantes. Desse forma, conforme observado nos Apêndices, tem-se uma participação expressiva nos custos finais relacionados à matéria prima.

4.1.2 Laje pré-fabricada treliçada com enchimento de lajotas cerâmicas

Quanto à análise comparativa percentual dos custos de mão de obra e materiais, para a laje pré-fabricada treliçada, com enchimento de lajota cerâmica, apresenta-se o Gráfico 8.

Gráfico 8 – Análise comparativa relativa dos custos da laje pré-moldada treliçada com enchimento em lajota cerâmica entre mão de obra e materiais



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

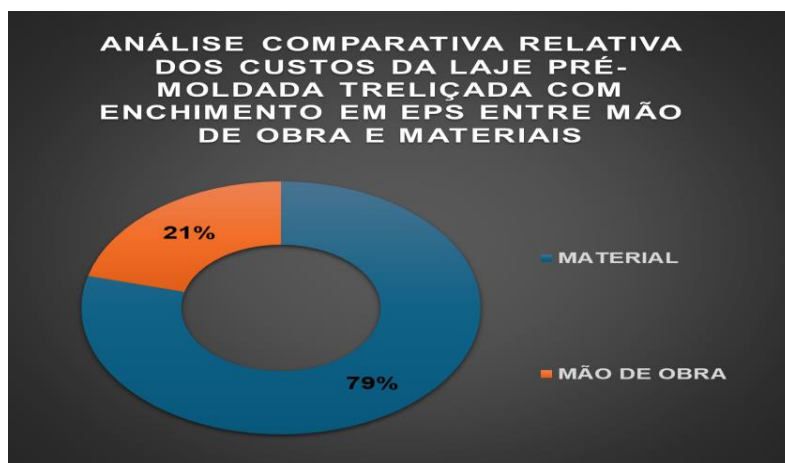
O Gráfico 8 apresenta a análise comparativa percentual referente aos custos da laje pré-fabricada treliçada com enchimento em lajota cerâmica. Dessa forma, tem-se que a mão de obra apresenta 21% da composição total, o que condiz com R\$ 5.974,64, enquanto os materiais representam 79% do montante total, sendo R\$ R\$ 22.744,86.

Essa caracterização demonstra uma correlação com a natureza da laje em análise, uma vez que, em decorrência dos elementos industrializados, como as lajotas e as estruturas treliçadas, há uma menor dependência de mão de obra para execução de processos, reduzindo os custos com essa categoria. Porém, a valoração recai sobre a aquisição da matéria-prima, uma vez que há dependência das indústrias que a fabrica.

4.1.3 Laje pré-fabricada treliçada com enchimento de EPS

No que tange à análise comparativa relativa percentual da laje pré-fabrica com enchimento em EPS, tem-se o Gráfico 9.

Gráfico 9 – Análise comparativa relativa dos custos da laje pré-moldada treliçada com enchimento em EPS entre mão de obra e materiais



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O Gráfico 9 apresenta a análise relativa dos custos da laje pré-moldada com enchimento em EPS. Desta maneira, tem-se que, de modo similar à anterior, os materiais representam o maior indicativo percentual, com 79% do total, em contraste com a mão de obra, que representa apenas 21%. Sendo assim, conforme já demonstrado na literatura, essa

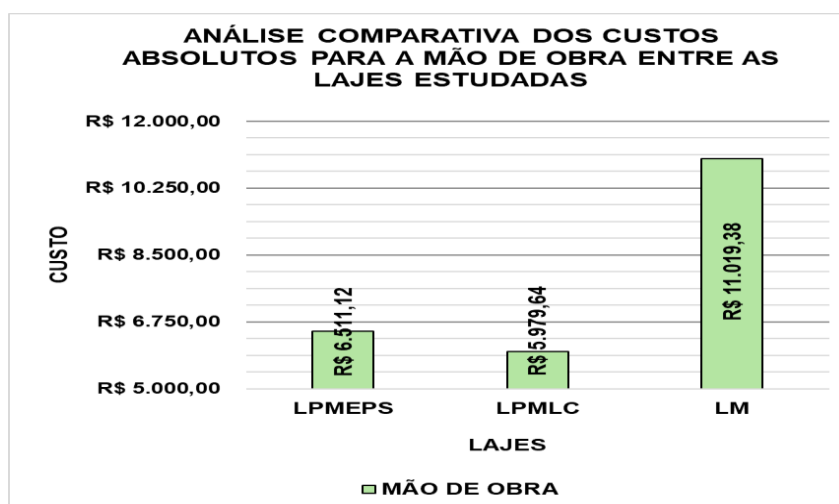
laje e a com enchimento em lajotas cerâmicas são similares, de modo que a composição percentual já era esperada para o empreendimento estudado.

4.2 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS TOTAIS ABSOLUTOS ENTRE AS LAJES ESTUDADAS

4.2.1 Mão de obra

Para a análise comparativa dos custos absolutos, em se tratando da mão de obra, para as lajes estudadas, tem-se o Gráfico 10⁴.

Gráfico 10 – Análise comparativa dos custos absolutos para a mão de obra entre as lajes estudadas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

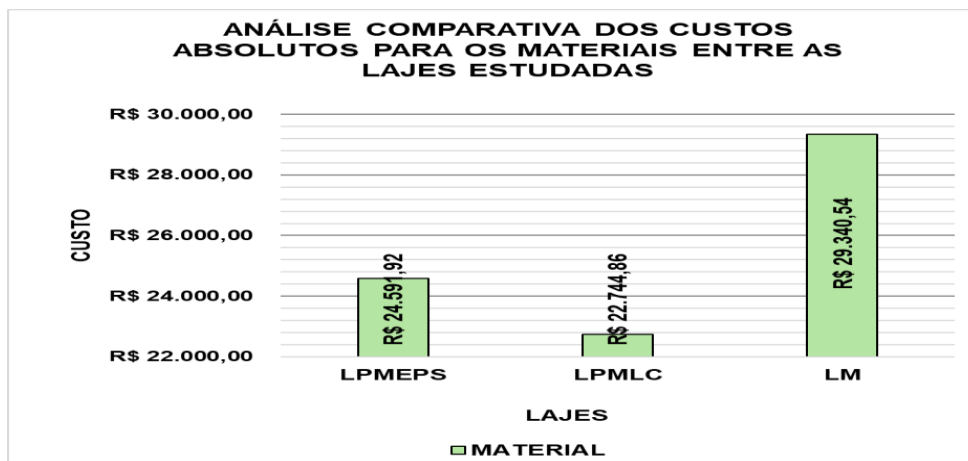
O Gráfico 10 apresenta uma análise comparativa dos valores absolutos para os três tipos de lajes estudados. Sendo assim, a laje pré-moldada treliçada com enchimento em EPS apresenta um valor absoluto para a mão de obra de R\$ 6.511,12, a com enchimento de lajotas cerâmicas de R\$ 5.979,64 e, por fim, a maciça com um montante de R\$ 11.019,38. Sendo assim, evidencia-se que o elemento estrutural mais viável é a LPMLC, com uma diferenciação de R\$ 531,47 para a com EPS e de R\$ 5.039,74 para a maciça.

⁴ O significado das siglas que designam as lajes são: Laje Pré-Moldada com Enchimento em EPS (LPMEPS), Laje Pré-Moldada com Enchimento em Lajota Cerâmica (LPMLC) e Laje Maciça (LM).

4.2.2 Materiais

Em se tratando da análise comparativa dos custos absolutos, no que tange aos materiais, das lajes estudadas, tem-se o Gráfico II.

Gráfico II – Análise comparativa dos custos absolutos para os materiais entre as lajes estudadas



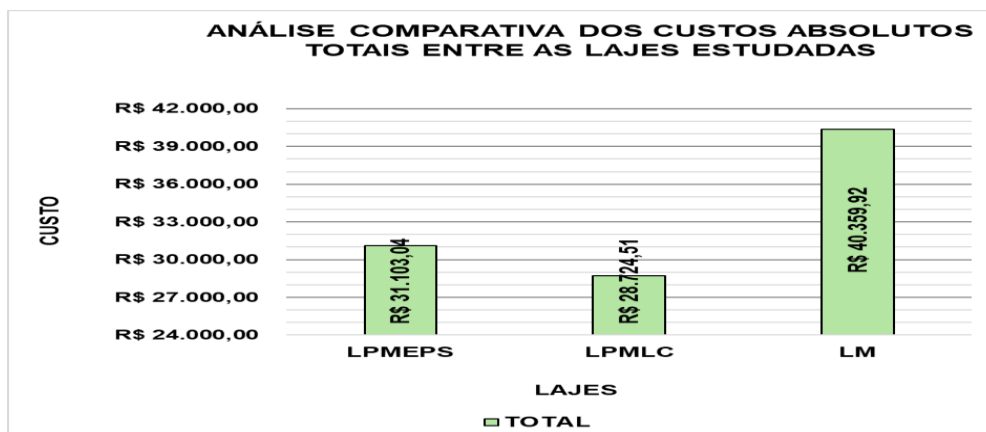
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Conforme pode ser observado no Gráfico II, para a análise dos valores absolutos referentes ao material das lajes, tem-se que a com EPS apresenta uma valoração de R\$ 24.591,92, a com lajota cerâmica de R\$ 22.744,86 e a maciça de R\$ 29.340,54. Com isto, tem-se que a mais viável, novamente, é a LPMLC, com uma diferença de R\$ 1.847,06 para a LPMEPS e de R\$ 6.595,68 para a LM.

4.2.3 Custos totais

Por fim, para a análise dos custos absolutos totais, comparando-se as três lajes estudadas, tem-se o Gráfico 12.

Gráfico 12 – Análise comparativa dos custos absolutos totais entre as lajes estudadas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O Gráfico 12 apresenta uma análise comparativa dos custos absolutos, considerando-se os materiais e mão de obra, para as três lajes estudadas. Sendo assim, conforme observa-se, os valores são de R\$ 31.103,04, R\$ 28.724,51 e R\$ 40.359,92, para a LPMEPS, LPMLC e LM, respectivamente. Em vista disto, conforme já destacado nas análises anteriores, a LPMLC é a mais viável, com uma diferenciação de R\$ 2.378,53 para a com EPS e de R\$ 11.635,41 para a maciça.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria da Construção Civil (ICC) desempenha um papel essencial no desenvolvimento social e econômico do Brasil, com impacto em áreas como infraestrutura, moradia, saneamento e mobilidade. Este estudo comparou os custos de mão de obra e materiais de três tipos de lajes: imensa, pré-moldada treliçada com enchimento em lajotas cerâmicas e pré-moldada treliçada com enchimento em EPS, utilizando dados de CDHU e simulações de lajes.

Os resultados refutaram as hipóteses de maiores opções econômicas para a laje pré-moldada com EPS, que teve um custo R\$ 1.847,06 superior ao da laje imensa. Por outro lado, confirma-se que a laje significativa apresenta o maior custo inicial, sendo R\$ 9.256,88 mais cara que a pré-moldada com EPS e R\$ 11.635,41 em relação à com lajotas cerâmicas.

A composição dos custos mostrou que, na laje profunda, 27% exigiam à mão de obra e 73% aos materiais, enquanto nas pré-moldadas essa relação foi de 21% e 79%,

respectivamente. Esses resultados reforçam que os materiais representam a maior parte dos custos na construção.

O estudo destaca a necessidade de estratégias para otimizar custos e processos, aumentando as previsões econômicas dos projetos. Futuras pesquisas podem explorar formas de reduzir custos em diferentes tipos de lajes para ampliar a eficiência e competitividade da ICC.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ítalo D. **Metodologia do trabalho científico**. Recife: UFPE, 2021.
- BASTOS, Paulo S. **Lajes de concreto armado**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2023.
- BAZZO, Walter A.; PEREIRA, Luiz T. D. V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.
- BORBA, Natália M. D. F. **Estudo de caso: comparativo de custos entre projetos estruturais e análise de seu impacto no orçamento final da obra**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Rio Verde: Instituto Federal Goiano, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/909>. Acesso em: 23 Novembro 2024.
- BRAGA, Gustavo S. **Análise comparativa entre laje pré-moldada treliçada e pré-laje em obras de alvenaria estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Tubarão: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/d9571cco-e777-43c9-aacc-6dd09a98370f>. Acesso em: 24 Novembro 2024.
- BRANDALISE, Guilherme M.; WESSLING, Luan I. **Estudo comparativo de custo entre laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14470>. Acesso em: 24 Novembro 2024.
- CAVALCANTE JÚNIOR, Adão M. **Viabilidade econômica entre o emprego de laje maciça e nervurada para um sobrado no município de Pombal PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Pombal: Universidade Federal de Campina Grande, 2022. 105 p. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/28946>. Acesso em: 20 Novembro 2024.
- CHAGAS, Sandro M. D. **Materiais da indústria da construção**. Maringá: UNICESUMAR, 2019.
- CNI. **Perfil setorial da indústria - Construção Civil**, 2024. Disponível em: <https://perfilsetorialdaindustria.portaldaindustria.com.br/>. Acesso em: 22 Novembro 2024.

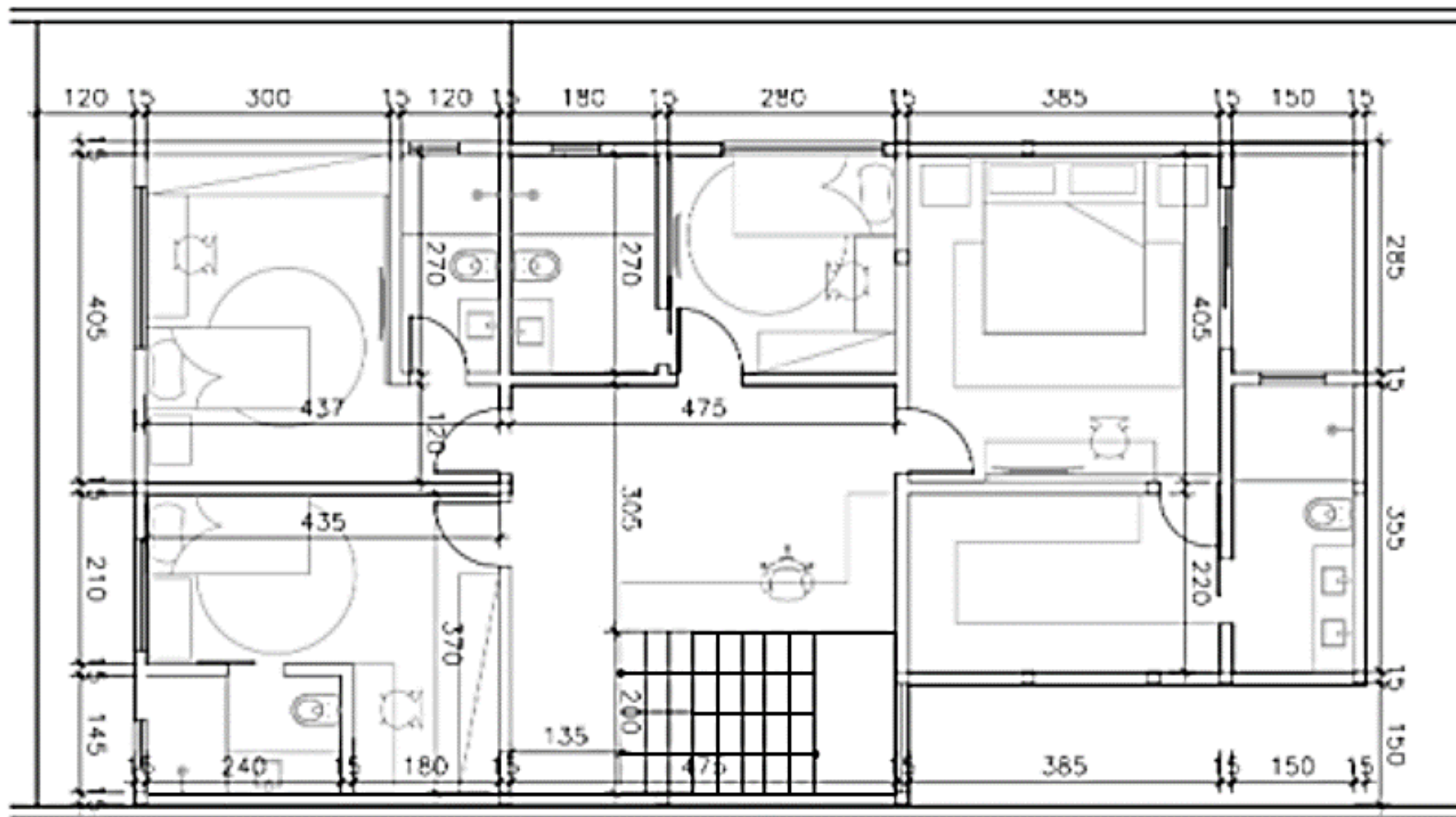
DUMÊT, Tatiana B. **Estruturas de concreto armado I**. Salvador: UFBA, 2008.

ENGEMIX. **Laje Maciça**: O que é? Projeto, vantagens e desvantagens, 2022. Disponível em: <https://www.engemix.com.br/o-que-e-laje-macica-de-concreto-e-quais-suas-vantagens-engemix/>. Acesso em: 24 Novembro 2024.

FARIAS, Lucas M. D.; MARINHO, Jefferson L. A. Construções sustentáveis: Perspectivas sobre práticas utilizadas na construção civil. **Brazilian Journal of development**, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8257>. Acesso em: 22 Novembro 2024.

FLORENTINO, Rodrigo A. D. **Análise comparativa de custo entre lajes do tipo maciça, nervurada e treliçada na cidade de Dourados - MS**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2022.

APÊNDICE B - PLANTA BAIXA DO EMPREENDIMENTO EM ESTUDO PT 02



APÊNDICE C - PARÂMETROS DE CUSTOS PARA A LAJE TRELIÇADA COM ENCHIMENTO EM EPS

REFERÊNCIA		UNID.	QUANT.	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)	VALOR TOTAL R\$
13.01.310/CDHU	Laje pré-fabricada unidirecional em viga treliçada/lajota em EPS LT 12 (8 + 4), com capa de concreto de 25 Mpa	M ²	154,05	R\$ 141,43	R\$ 38,03	R\$ 179,46	R\$ 27.645,81
13.01.320/CDHU	Laje pré-fabricada unidirecional em viga treliçada/lajota em EPS LT 16 (12 + 4), com capa de concreto de 25 MPa	M ²	17,16	R\$ 163,44	R\$ 38,03	R\$ 201,47	R\$ 3.457,23
TOTAL							R\$ 31.103,04

APÊNDICE D - PARÂMETROS DE CUSTOS PARA A LAJE TRELIÇADA COM LAJOTA CERÂMICA

REFERÊNCIA		UNID.	QUANT.	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)	VALOR TOTAL R\$
13.01.310/CDHU	Laje pré-fabricada unidirecional em viga treliçada/lajota em EPS LT 12 (8 + 4), com capa de concreto de 25 Mpa	M ²	154,05	R\$ 129,44	R\$ 34,58	R\$ 164,02	R\$ 25.267,28
13.01.320/CDHU	Laje pré-fabricada unidirecional em viga treliçada/lajota em EPS LT 16 (12 + 4), com capa de concreto de 25 Mpa	M ²	17,16	R\$ 163,44	R\$ 38,03	R\$ 201,47	R\$ 3.457,23
TOTAL							R\$ 28.724,51

APÊNDICE E – PARÂMETROS DE CUSTOS PARA A LAJE MACIÇA

REFERÊNCIA		UNID.	QUANT.	MATERIAL (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)	VALOR TOTAL R\$
10.01.040/CDHU	Armadura em barra de aço CA-50 A ou B) fyk = 500 Mpa	KG	400,00	R\$ 7,74	R\$ 2,75	R\$ 10,49	R\$ 4.196,00
10.01.060/CDHU	Armadura em barra de aço CA-60 A ou B) fyk = 600 Mpa	KG	198,7	R\$ 7,78	R\$ 2,75	R\$ 10,53	R\$ 2.092,31
10.01.160/CDHU	Concreto usinado, fck=30mpa	M ³	22,53	R\$ 524,35		R\$ 524,35	R\$ 11.813,61
11.16.060/CDHU	Lançamento e adensamento de concreto ou massa em estrutura	M ³	22,53	R\$ -	R\$ 124,86	R\$ 124,86	R\$ 2.813,10
09.02.020/CDHU	Forma plana em compensado para estrutura convencional	M ²	98,6	R\$ 130,68	R\$ 66,53	R\$ 197,21	R\$ 19.444,91
TOTAL							R\$ 40.359,92