

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE O MÉTODO LIGHT STEEL FRAME E CONCRETO ARMADO

TAMIRES DA SILVA CHAVES¹
LETÍCIA REIS BATISTA ROSAS²
ANDRÉIA ALVES BOTIN³

RESUMO: O método convencional com uso de concreto armado e alvenaria de vedação em blocos cerâmicos é atualmente o método cuja utilização é a mais conhecida e difundida no Brasil. Porém, quando se trata de viabilidade econômica o mesmo deixa uma questão a ser respondida, no qual abre margens para que outros métodos construtivos surjam. Um deles se trata da estrutura em aço, a qual recebe o nome Light Steel Frame. Possui uma execução simples e rápida, atendendo as altas demandas do mercado atual da construção civil. Esta pesquisa, portanto, teve por objetivo definir qual possui o menor custo, focando-se nos gastos destinados a compra de seus materiais, através de um orçamento cuja base foi o mercado de Sinop – MT. A pesquisa contou com um projeto de Light Steel Frame de uma casa de aproximadamente 78m² com um orçamento já definido, que foi atualizado com os preços do mercado no mês de junho de 2023. Tal projeto serviu para levantar dados estruturais a partir do software Eberick V8 onde se confeccionou uma planilha de custos que compara os gastos da estrutura e vedação, chegando à conclusão de que o método convencional é mais econômico quando se trata de seus materiais, sendo este 52,96% mais barato.

PALAVRAS-CHAVES: Materiais; Mercado Atual; Orçamento; Viabilidade Econômica.

COMPARATIVE COST ANALYSIS BETWEEN THE LIGHT STEEL FRAME METHOD AND REINFORCED CONCRETE

ABSTRACT: The conventional method using reinforced concrete and sealing masonry in ceramic blocks is currently the method whose use is the most known and widespread in Brazil. However, when it comes to economic viability, it leaves a question to be answered, in which it opens up margins for other constructive methods to emerge. One of them is the steel structure, which receives the name Light Steel Frame. It has a simple and fast execution, meeting the high demands of the current civil construction market. This research, therefore, aimed to define between these two methods which has the lowest cost, focusing on the expenses destined to the purchase of its materials, through a budget whose base had the market of Sinop - MT. To carry out this budget, the research outlines a Light Steel Frame project for a house of approximately 78m² with an already defined budget, which was updated with market prices in June 2023. This project served to raise data included from the Eberick V8 software where a cost spreadsheet was made that compared the costs of the structure and security, reaching the conclusion that the conventional method is more economical when it comes to its materials, which is 52.96% less.

KEYWORDS: Current Market; Economic Viability; Financial Budget; Materials.

¹ Acadêmica de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: tamires.1112@hotmail.com

² Professora, Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço Eletrônico: eng.leticiarosas@gmail.com.

³ Professora, Doutora em Biotecnologia e Biodiversidade, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe - UNIFASIFE. Endereço eletrônico: andrea.botin@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

No cenário em constante crescimento da sociedade, a indústria da engenharia civil busca avançar suas tecnologias construtivas para atender às demandas crescentes. Isso impulsiona a necessidade de maior produtividade e menor desperdício de materiais (JUNQUEIRA, 2016). As pesquisas contínuas e a influência do mercado global têm contribuído para o conhecimento de métodos eficazes (SILVA; GUIMARÃES, 2006), embora haja resistência à mudança por parte de profissionais, resultando em atrasos no progresso (MELHADO, 1994).

Para impulsionar a evolução, é crucial adotar uma abordagem crítica baseada em comparações. O método Light Steel Frame, como uma alternativa de construção em aço eficiente (SOARES, 2021), levanta questões sobre sua eficácia em comparação com o concreto armado, método amplamente estabelecido e aceito.

A fim de responder a essas indagações, propôs-se um estudo que confronta os custos de ambos os métodos. Baseando-se em um projeto residencial em Light Steel Frame em Sinop - MT, este foi reelaborado e comparado com uma versão em concreto armado e alvenaria cerâmica. Softwares de engenharia foram empregados para coletar dados precisos.

Esta pesquisa se justifica pela necessidade de clareza quanto à viabilidade econômica desses métodos e à sua relevância na indústria. Surge a dúvida sobre por que o concreto armado é predominante no Brasil e se suas vantagens superam alternativas como o Light Steel Frame. A busca pelo método de menor custo quando se trata dos materiais empregados no processo construtivo também está presente.

Assim, o objetivo geral foi realizar uma análise comparativa da viabilidade econômica entre os métodos, enquanto objetivos específicos incluíram a transformação do projeto, levantamento de materiais, análise de custos e elaboração de orçamentos comparativos. A intenção é identificar o método mais econômico para atender às demandas em Sinop – MT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Por muitos anos, o concreto armado dominou a construção no Brasil devido ao seu conhecimento difundido e materiais abundantes (CAMACHO, 2008). No entanto, segundo Baptista (2015), mudanças estão ocorrendo, especialmente devido ao crescimento econômico e populacional. Em Sinop, MT, a população aumentou significativamente, mas construções com métodos alternativos, como o Light Steel Frame, ainda são raras (CAMPOS, 2014). Portanto, se faz necessário o estudo de cada método, demonstrando suas especificidades.

2.1 Método convencional de concreto armado

Segundo Pinheiro, Muzardo e Santos (2004), no método convencional de concreto armado, o concreto é combinado com armaduras de aço para resistir a esforços. Essa estrutura inclui lajes apoiadas em vigas, formando um sistema de laje-viga-pilar (ALBUQUERQUE, 1999). A vedação é geralmente feita com alvenaria cerâmica, não fazendo parte da estrutura (ABNT NBR 15270-1, 2017). Já as fundações, conforme Velloso e Lopes (2010), podem variar de acordo com o solo e a obra.

O concreto é composto por cimento, água e agregados, sendo forte em compressão, mas fraco em tração (COUTO et al., 2013). As armaduras de aço fornecem resistência à tração (BASTOS, 2019). Para Thomaz et al. (2009), a vedação utiliza blocos cerâmicos que devem suportar cargas laterais, como vento.



2.2 Light Steel Frame

O Light Steel Frame é um sistema construtivo que utiliza perfis de aço leves para criar uma estrutura autoportante, dispensando pilares e vigas (SANTIAGO, 2008). Os perfis são formados a frio e são interligados para formar a estrutura (NASCIMENTO, 2004). De acordo com Campos (2014), esse sistema surgiu como resposta aos incêndios em construções de madeira e utiliza aço, um material resistente ao fogo. Ele também é projetado para resistir a esforços horizontais, como ventos (MATOS, 2014).

Os perfis de aço têm camadas de zinco ou ligas de alumínio e zinco para proteção contra corrosão (SANTOS, 2012). Rodrigues e Caldas (2016) citam que os montantes suportam as cargas verticais e são ligados por fitas de aço em forma de "X" para resistir a esforços horizontais. As paredes internas são construídas com drywall e chapas OSB, proporcionando bom conforto termoacústico (SOUZA, 2014).

De acordo com Matos (2014), o sistema LSF requer contraventamentos para resistir a esforços horizontais, como os causados pelas ações dos ventos. Existem vários tipos de contraventamentos, incluindo integrais, em "X" e efeito diafragma (GRUBB; GORGOLEWSKI; LAWSON, 2001). Além disso, Barboza et al. (2016) orienta para a vedação horizontal a utilização de lã de PET e lã de vidro para isolamento térmico e acústico.

O Light Steel Frame é uma alternativa ao concreto armado, sendo mais rápido, eficiente e resistente ao fogo (CAMPOS, 2014). Para Dias, Mazzurana e Piovesan (2017), ele também oferece vantagens em termos de isolamento térmico e acústico, além de ser uma escolha mais sustentável com a reciclagem de materiais (SANTOS, 2014).

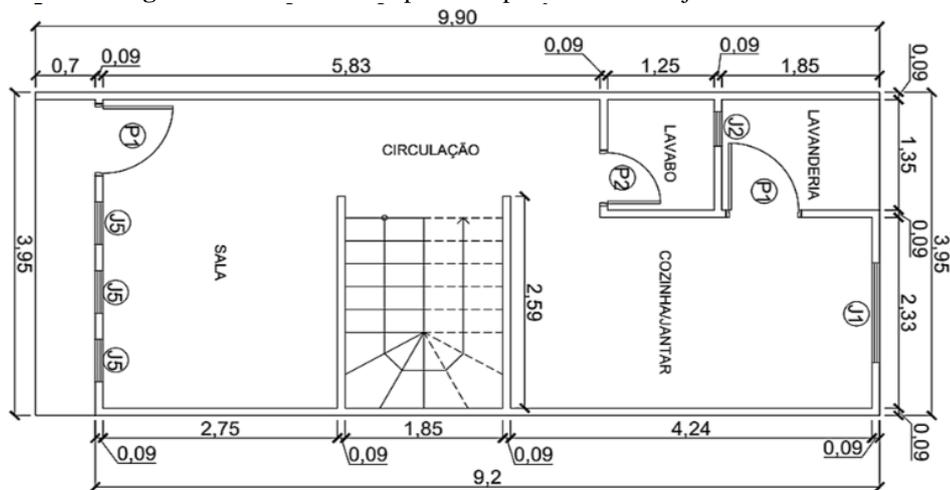
3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve caráter quantitativo e objetivou comparar custos. Foram quantificados elementos estruturais e de vedação. Os valores foram obtidos em Sinop - MT e comparados entre dois sistemas construtivos: Light Steel Frame e concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos para uma residência padrão médio.

A pesquisa focou em estrutura e vedação, excluindo fundação, acabamento e cobertura. Os custos de materiais foram considerados, atualizando apenas os gastos no método Light Steel Frame para uma comparação justa. O projeto foi fornecido por uma empresa de estruturas metálicas em Sinop, Mato Grosso, que permaneceu anônima.

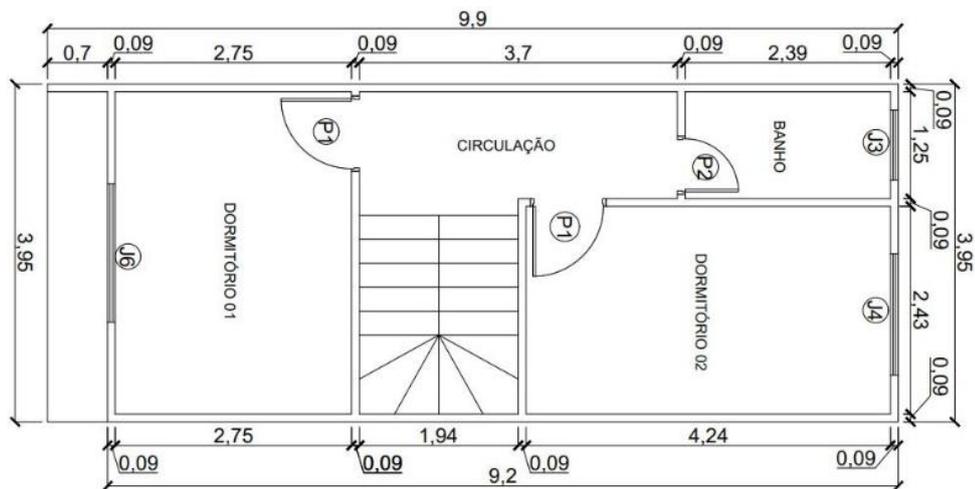
A residência possui 7 cômodos: sala, cozinha, lavabo, lavanderia, dois quartos e um banheiro, todos com passagens, entradas e ventilação, representado abaixo na Figura 1 e 2. O projeto seguiu os parâmetros do código de obras de Sinop, MT. Primeiro, foi elaborado um orçamento para o método convencional, dimensionando a estrutura e listando materiais com valores para obter o custo total. As fases incluem o dimensionamento da estrutura e a referência para levantar os valores, apresentados nos resultados.

Figura 1: Planta baixa do primeiro pavimento do objeto de estudo.



Fonte: Própria (2022)

Figura 2: Planta baixa do segundo pavimento do objeto de estudo.



Fonte: Própria (2022)

3.1 Dimensionamento da estrutura

Para o projeto arquitetônico no método convencional em concreto armado e vedação em blocos cerâmicos, utilizou-se o software AutoCAD, mantendo as mesmas medidas externas do projeto original em Light Steel Frame. A única modificação realizada foi na espessura da parede, que passou a ser de 15cm.

As estruturas e supraestruturas foram projetadas no software Eberick V8, que dimensionou o volume de concreto e a armadura necessária. A planta do AutoCAD foi exportada para o Eberick V8, onde foram inseridos elementos estruturais, como vigas, pilares e lajes, juntamente com suas respectivas cargas.

Para as vigas suportando paredes, foi considerado um peso de 1600kgf/m³ relacionado à vedação de blocos cerâmicos, distribuído ao longo da extensão linear da viga. Também foram considerados vãos para elementos de esquadrias, diminuindo a carga total nas vigas.

As lajes e degraus da escada receberam cargas de 150 kgf/m² para cargas acidentais e 50 kgf/m² para o primeiro pavimento, enquanto para o segundo pavimento, a carga de

revestimento foi de 120 kgf/m² devido ao peso da cobertura. Além disso, uma carga de 720 kgf/m² foi adicionada acima da escada, suportando uma caixa d'água.

Após o dimensionamento estrutural e detalhamento das armaduras, os valores foram relacionados com os preços obtidos na pesquisa. No caso da escada em forma de "U", o software Eberick V8 dimensionou apenas a estrutura, sendo necessário calcular manualmente os degraus intermediários. Todos os dados deste tópico estão presentes nos resultados.

3.2 Dimensionamento dos materiais

Os materiais foram detalhados e quantificados conforme métodos específicos, o que facilitou a correlação com os preços médios coletados em lojas de construção em Sinop - MT.

No que diz respeito à madeira, desempenha funções importantes na construção convencional, como formas, suporte para vigas, lajes e cobertura. A quantidade de madeira para caixarias foi dimensionada usando o software Eberick V8, embora a estrutura do telhado tenha sido excluída dos cálculos, com a adoção de um peso médio.

A alvenaria de vedação e argamassa também foi considerada. O tijolo cerâmico furado foi escolhido com dimensões específicas de 14x19x29cm com 12 furos, sendo 14 cm de largura, 19 cm de altura e 29 cm de comprimento, e a quantidade necessária por metro quadrado foi calculada com base em fórmulas que levaram em consideração comprimento, altura e espessura das juntas. A quantidade de argamassa para o assentamento dos tijolos também foi determinada através de cálculos usuais.

No que se refere ao concreto armado e argamassa, o volume de concreto foi calculado com base nos cálculos estruturais, medido em metros cúbicos. As armaduras foram quantificadas pelo número, espessura e peso em kgf. O concreto utilizado tinha uma resistência característica à compressão de 30 MPa, e as dosagens de argamassa para o assentamento de tijolos e reboco foram determinadas com base na classe de agressividade ambiental da obra.

Para a vedação do sistema Light Steel Frame, foram levantados valores para materiais usados no isolamento térmico e acústico, como telas de fibra de vidro, argamassa específica para Drywall e placas de vedação. A quantidade de massa Basecoat foi calculada para a área total da parede externa e áreas molhadas, com um acréscimo de 15% na parede interna.

Uma desvantagem significativa do método convencional de construção é a perda de materiais durante a etapa construtiva, atribuída a diversos fatores, como compra excessiva, armazenamento inadequado e inexperiência. Para mitigar essas perdas, este estudo incorporou um acréscimo de 10% ao custo total da obra no orçamento, uma prática comum nesse contexto.

3.3 Comparativos

No levantamento de custos, após a coleta de dados atualizados de preços em Sinop - MT e a inclusão de 10% para perdas, foi realizada uma comparação de custos por meio de uma planilha no Microsoft Excel. Inicialmente, os gastos com a estrutura e a vedação foram comparados separadamente. Posteriormente, os custos totais de cada sistema construtivo foram avaliados, considerando o custo por metro quadrado. Este comparativo excluiu custos com mão de obra e não considerou o BDI (Benefício e Despesas Indiretas) associado aos orçamentos de Engenharia Civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a utilização do software Eberick V8, obteve-se o dimensionamento da estrutura de concreto armado, concebendo os valores totais de concreto em metros cúbicos, formas em metros quadrados e aço em metros. Os resultados podem ser encontrados na Tabela 1.

Tabela 1: Dimensionamento pelo software Eberick V8

Elementos estruturais		Vigas (m)	Pilares (m)	Lajes (m)	Escada (m)	Total (m)
Comprimento de aço(m)	CA-50	6,3mm	45,4	-	-	45,4
		8mm	784,4	-	-	784,4
		10mm	253,1	280	75,4	608,5
	CA-60	12,5mm	3,2	12,9	12,9	29
		5mm	1118,7	1523,5	1555,9	147
Volume de concreto (m ³)	C-30	12,43	4,42	5,76	0,8	24,7
Área de forma (m ²)		216,64	90,69	48,17	3,82	326,88

Fonte: Própria (2023)

Além disso, também foi quantificada a quantidade de tijolo e argamassa para a vedação, considerando espaços ocupados pelos elementos estruturais e os vãos de portas e janelas. Os valores obtidos estão representados abaixo no Tabela 2.

Tabela 2: Materiais para vedação

Material	Quantidade
Tijolo (unidades)	3464
Argamassa (m ³)	196

Fonte: Própria (2023)

Considerando a perda de materiais em 10%, portanto, obtêm-se os seguintes valores representados no Tabela 3. Lembrando que nos casos onde é medido os valores quantitativos em unidade fora arredondado para mais de acordo com os números naturais inteiros, já que não é possível alterar o tamanho das peças.

tabela 3: Acréscimo de 10% do total de materiais

Elementos estruturais		Total + 10%	Unidade de medida
Comprimento de aço	CA-50	6,3 mm	49,94
		8 mm	862,84
		10 mm	669,35
	CA-60	12,5 mm	31,9
		5 mm	4779,61
Volume de concreto	C-30	27,445	Metros quadrados (m ²)
Área de forma		361,669	

Tijolos (14x19x29cm)	3.810	Unidades
Saco de Cimento (50Kg)	57	Unidades
Saco de Cal Hidratada (20Kg)	105	Unidades
Areia Fina	14,76	Metros Cúbicos (m³)

Fonte: Própria (2023)

4.1 Custo da obra pelo método convencional

Correlacionando o quantitativo de materiais com o seu valor, baseado na média de custos de três lojas de Sinop-MT, obteve-se os seguintes resultados (Tabela 4). Lembrando que no caso do aço, como as barras são vendidas padronizadas com o tamanho de 12 metros, o valor de metragem total foi dividido em números de barra.

Tabela 4: Custo dos materiais para realização da estrutura e vedação

Material	Qtd.	Loja I	Loja II	Loja III	Média	
ESTRUTURAL						
					R\$ 48.370,01	
Aço CA-50	6,3 mm	5 barras	R\$ 140,00	R\$ 119,50	R\$ 123,17	R\$ 127,56
	8,0 mm	72 barras	R\$ 3.329,75	R\$ 2.656,80	R\$ 3.152,42	R\$ 3.046,32
	10,0mm	56 barras	R\$ 3.633,33	R\$ 3.046,40	R\$ 3.377,33	R\$ 3.352,36
Aço CA-60	12,5mm	3 barras	R\$ 2.789,90	R\$ 2.792,40	R\$ 2.995,10	R\$ 2.859,13
	5,0 mm	399 barras	R\$ 6.936,46	R\$ 7.621,92	R\$ 6.918,56	R\$ 7.158,98
Concreto Usinado	C-30	28 m³	R\$ 15.750,00	R\$ 16.500,00	R\$ 16.000,00	R\$ 16.083,33
Tábua de madeira	2x30x300 cm	415 uni.	R\$ 14.525,00	R\$ 16.600,00	R\$ 16.102,00	R\$ 15.742,33
					R\$ 25.152,10	
VEDAÇÃO						
Tijolos 14x19x29cm	3.810 uni.	R\$ 8.001,00	R\$ 7.543,80	R\$ 8.572,50	R\$ 8.039,10	
Areia Fina	30 m³	R\$ 11.608,00	R\$ 9.822,66	R\$ 12.501,60	R\$ 9.652,00	
Argamassa	Cimento CP-II – 50kg	114 sacos	R\$ 4.377,60	R\$ 4.377,20	R\$ 4.376,00	R\$ 3.840,00
	Cal Hidratada	210 sacos	R\$ 3.924,60	R\$ 4.666,60	R\$ 4.083,40	R\$ 3.621,34
TOTAL					R\$ 73.522,11	

Fonte: Autor (2023)

4.2 Custo da obra em Light Steel Frame atualizado

O orçamento foi solicitado em junho de 2023 para uma empresa que fornece os materiais do sistema Light Steel Frame. Portanto, o valor atualizado foi de R\$ 70.819,25 para o kit completo com perfis de aço leve. Os custos dos materiais de vedação foram detalhados em



um orçamento separado, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1: Custo dos materiais de vedação para sistema LSF

Descrição do material	Unidade	Valor total
Sistema decorlit 12mm		
Placa cimentícia decorlit 12 x 1200 x 2400 mm	Un	R\$ 51.860,61
Parafuso aço-cimentícia ponta broca 4,2 x 32 mm	Ct	
Fita tyvek tape - 5cm x 50m	Rolo	
Impermeabilizante wrap - 0,91m x 30,5m (27,76m ²)	Rolo	
Massa única flex decorlit 25kg	25kg	
Base preparadora decorlit 18l	18l	
Aditivo polimérico flex decorlit 18l	18l	
Massa basecoat 20kg decorlit	20kg	
Malha p/ superfície 1m x 50m decorlit	Rolo	
Malha p/ juntas basecoat system 10cm x 50m decorlit	Rolo	
Sika multiseal - fita imp aluminizada - 20cm x 10m	Rolo	
Cantoneira 2,5m	Un	
Pingadeira 2,5m	Un	
Kit tecnoframe revestimento de paredes internas		
Placa drywall st 12.5 - 1,20x1,80	Un	R\$ 16.546,51
Fita de papel 150m placo	Rolo	
Placomix massa para drywall 25kg	25kg	
Parafuso para drywall 25mm	Ct	
Lã de vidro montante 90 x 9m ²	Rolo	
Kit tecnoframe revestimento de paredes internas - áreas molhadas tipo 1		
Placa drywall ru 12.5 - 1,20x1,80	Un	
Parafuso para drywall 25mm	Ct	
Placomix massa para drywall 25kg	25kg	
Fita de papel 150m placo	Rolo	
Kit tecnoframe revestimento de paredes internas - áreas molhadas tipo 2		
Placa cimentícia decorlit 10 x 1200 x 2400 mm	Un	R\$ 1.919,78
Massa basecoat 20kg decorlit	20kg	
Parafuso aço-cimentícia ponta broca 4,2 x 32 mm	Ct	
Malha p/ juntas basecoat system 10cm x 50m decorlit	Rolo	
Kit tecnoframe forro drywall		
Perfil tabica pintada - 3m	3m	R\$ 5.342,97
Perfil cantoneira 25x30 - 3m	3m	
Placa drywall st 12.5 - 1,20x1,80	Un	
Fita de papel 150m placo	Rolo	
Placomix massa para drywall 25kg	25kg	
Perfil canaleta f530 - 3m	3m	
Parafuso para drywall 4,2x13	Ct	
Parafuso para drywall 25mm	Ct	
Uniao f530	Un	
Lã de vidro montante 50	Rolo	
Kit tecnoframe forro galvanizado com elo 0.50cm	Un	
Kit tecnoframe forro em áreas externas		
Placa cimentícia decorlit 10 x 1200 x 2400 mm	Un	R\$ 289,94
Parafuso aço-cimentícia ponta broca 4,2 x 32 mm	Ct	
Kit tecnoframe laje e escada cimentícia		
Painel wall wood - 2.500 x 1.200 x 30mm	Un	R\$ 8.895,27

Parafuso para painel wall wood 5,5x76 pb	Ct	
Total		R\$ 85.467,80

Fonte: Própria (2023)

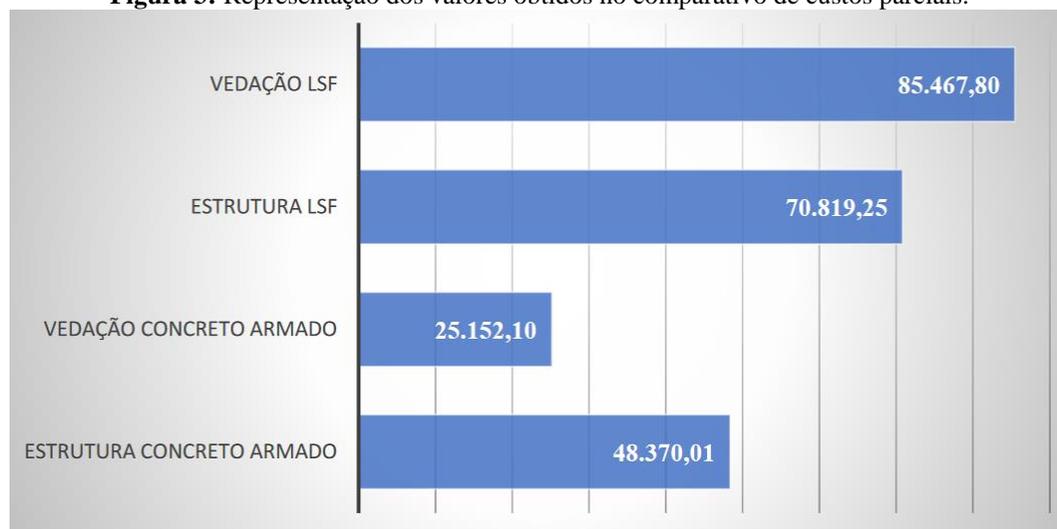
Somando os valores necessários para a estrutura e a vedação do método Light Steel Frame, se obtêm, portanto, R\$ 156.287,05.

4.3 Comparativos

O custo total para o método convencional de concreto armado e alvenaria de vedação foi de R\$ 73.522,11, com um custo de R\$940,76 por metro quadrado. Em contraste, o sistema Light Steel Frame teve um custo total de R\$ 156.287,05, equivalente a cerca de R\$1.998,56 por metro quadrado, sendo R\$1.057,8/m² mais caro que o método convencional.

No que se refere apenas à vedação, o sistema LSF demandou um investimento maior de R\$ 85.467,80, enquanto o concreto armado custou apenas R\$ 25.152,10, sendo 70,57% mais econômico. Veja a Figura 3 para uma representação gráfica.

Figura 3: Representação dos valores obtidos no comparativo de custos parciais.



Fonte: Própria (2023)

Na Figura 4, os custos totais mostram a diferença de valores, considerando tanto a estrutura como a vedação de cada método. A diferença é de R\$ 82.764,94, com o concreto armado sendo economicamente mais vantajoso, requerendo um investimento 52,96% maior para adquirir todos os materiais do método LSF.

Figura 4: Representação dos valores obtidos no comparativo de custos totais.



Fonte: Própria (2023)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema Light Steel Frame, reconhecido por sua eficiência e rapidez na construção, revelou uma significativa diferença de custos em comparação com o método convencional. Os materiais para o Light Steel Frame são aproximadamente 52,96% mais dispendiosos do que os usados no concreto armado e alvenaria, totalizando um valor de R\$73.522,11.

Porém, é importante destacar que essa análise se concentra exclusivamente nos custos dos materiais e não leva em conta uma série de outros fatores que podem influenciar o custo total de uma construção. Questões como a mão de obra, o tempo de execução, os requisitos de fundação e o peso da estrutura são elementos que não foram considerados nesse estudo comparativo. Todos esses fatores podem ter um impacto significativo nos custos finais de um projeto.

Portanto, embora o concreto armado e a alvenaria de vedação possam ser mais econômicos em termos de materiais, a escolha entre os métodos construtivos deve levar em consideração uma análise abrangente, incluindo todos os fatores mencionados. Dependendo das circunstâncias específicas de um projeto, como prazos apertados, disponibilidade de mão de obra especializada e outros requisitos, o Light Steel Frame ainda pode ser uma escolha vantajosa. No entanto, é fundamental ponderar todas as variáveis antes de tomar uma decisão final sobre o método construtivo mais adequado.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A.T. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270: 2017** – Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria, 2017.

BAPTISTA, A. R. R. T. G. **Utilização de ferramentas BIM no planejamento de trabalhos**

de construção – estudo de caso. Dissertação de mestrado, Faculdade de engenharia – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2015.

BARBOZA, D.R.; TOSCAN, F.; UBEL, M.; COMUNELLO, M.; MARCHIORO, T.
Isolamento térmico. IMED, 5º Seminário Internacional de Construções Sustentáveis. Passo Fundo – Rio Grande do Sul, 2016.

BASTOS, P. S. S. **Sapatas de fundação.** Faculdade de Engenharia – Universidade Estadual Paulista (UNESP). Bauru, 2019.

CAMACHO, J. S. **Introdução ao estudo do concreto armado.** Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo, 2008.

CAMPOS, P. F. **Light Steel Framing:** Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. Orientador: Arthur Hunold Lara. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-11072014-155539/publico/DISSERTACAO_PATRICIA_CAMPOS_CORRIGIDA.pdf. Acesso em 12 out. 2022.

COUTO, J. A. S.; CARMINATTI, R. L.; NUNES, R. R. A.; MOURA, R. C. A.; **O Concreto Como Material De Construção.** Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Sergipe, v. 1, n.17, p. 49-58, out. 2013. Disponível em: 11nq.com/HGv2Z. Acesso em: 22 out. 2022.

DIAS, C.O.; MAZZURANA, M. M.; PIOVESAN, T. R. **Lã de PET como material alternativo em prol do desempenho térmico de edificação.** XV Seminário de Iniciação Científica. Ijuí, Rio Grande do Sul, 2017.

GRUBB, P. J.; GORGOLEWSKI, M. T.; LAWSON, R. M. **Light Steel Framing in Residential Construction.** The Steel Construction Institute – SCI PUBLICATION P301. Berkshire, Inglaterra, 2001.

JUNQUEIRA, B. R. **Sistema Construtivo Light Steel Framing Aplicado na Construção de uma Agência Bancária.** Orientador: Prof. Cícero Murta Diniz Starling Belo. 2016. Monografia (Especialização em engenharia civil) – Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, 2016.

MATOS, R. C. **Sistemas de contraventamento em edifícios de estrutura metálica.** FATECS. Brasília, 2014.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Orientador: [Vahan](http://www.vahan.com.br) Agopyan. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola politécnica de Engenharia de Construção Civil e Urbana, USP. São Paulo, 1994.

NASCIMENTO, O. L. **Alvenarias.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004.

PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. **Estruturas de concreto – Capítulo 1. USP – EESC – Dep. Eng. de Estruturas. São Paulo, 2004.**

RODRIGUES, F. C; CALDAS, R. B. **Manual de Construção em Aço, Steel Framing: Engenharia.** Rio de Janeiro: Aço Brasil, 2016, 224 p.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural.** 153 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SANTOS, T. F. A. **Avaliação microestrutural e de desempenho de juntas soldadas de aço Inoxidáveis dúplex por atrito com pino não consumível.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2012.

SANTOS, R. F. C. **Sistema monolítico e alvenaria de blocos cerâmicos estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações.** 2014.

SILVA, C. E. S; GUIMARÃES, S. M. **A importância da construtibilidade na gestão de projetos de construção civil.** Bauru, 2006.

SOARES, E. R. **Light Steel Frame – Conhecendo o sistema construtivo a seco.** Professora Orientadora: Dra. Marta Helena Blank Tessmann. Dissertação de Pós graduação, IFRS. Rio Grande do Sul, 2021. Versão digital.

THOMAZ, E.; FILHO, C. V. M.; CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F. **Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos: código de pratica n.1. FINEP, HABITARE, IPT, EPUSP.** São Paulo, 2009.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações Superficiais, fundações profundas.** São Paulo: Oficina De Textos, 2010.