

Análise da Resiliência de Sistemas Construtivos Leves para Habitação de Interesse Social em Áreas Suscetíveis a Risco Geológico

Analysis of the Resilience of Light Construction Systems for Social Housing in Areas Susceptible to Geohazard Risk

Samantha Campos Paiva Barrozo, Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal de Juiz de Fora

campos.samantha@estudante.ufjf.br

Sarah Aguiar Coelho de Souza Lima, Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal de Juiz de Fora

sarahaguiar.lima@estudante.ufjf.br

Maria Ávila Branquinho, Doutora em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Juiz de Fora

maria.branquinho@ufjf.br

Tatiana Tavares Rodriguez, Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora

tatiana.rodriguez@ufjf.br

Número da sessão temática da submissão – [3]

Resumo

Diante do déficit habitacional e dos riscos geológicos no Brasil, este estudo teve como objetivo comparar os sistemas *Light Steel Frame* (LSF), *Light Wood Frame* (LWF) e o concreto armado, visando identificar a solução mais adequada para Habitações de Interesse Social (HIS) em áreas com restrições geotécnicas. A metodologia baseou-se na aplicação de uma matriz multicritério comparativa entre os três sistemas. Os resultados indicam que o LSF obteve o melhor desempenho geral, destacando-se pela redução de carga sobre o solo, rapidez executiva e baixo desperdício. O LWF sobressaiu em conforto ambiental e sustentabilidade, enquanto o concreto armado foi o menos eficiente para terrenos frágeis devido ao seu elevado peso próprio. Conclui-se que os sistemas leves oferecem maior resiliência estrutural, embora sua adoção dependa da superação de desafios como o custo inicial e a necessidade de mão de obra qualificada.

Palavras-chave: Resiliência urbana; Light Steel Frame; Light Wood Frame

Abstract

Given the housing deficit and geological risks in Brazil, this study aimed to compare Light Steel Frame (LSF), Light Wood Frame (LWF), and reinforced concrete systems to identify the most suitable solution for Social Interest Housing (HIS) in areas with geotechnical restrictions. The methodology was based on the application of a comparative multi-criteria matrix among the three systems. The results indicate that LSF achieved the best overall performance, standing out for its reduction of soil load, executive speed, and low waste generation. LWF excelled in environmental comfort and sustainability, while reinforced concrete proved to be the least efficient for fragile terrains due to its high self-weight. It is concluded that lightweight systems offer greater structural resilience, although their adoption depends on overcoming challenges such as high initial costs and the need for a qualified workforce.

Keywords: *Urban resilience; Light Steel Frame; Light Wood Frame*

1. Introdução

O crescimento populacional e os desafios impostos pelas mudanças climáticas têm impulsionado a indústria da construção civil a buscar métodos construtivos mais eficientes, sustentáveis e resilientes (Guerrero *et al.*, 2025). No Brasil e na América Latina, a demanda por habitação cresce em ritmo acelerado, mas as práticas construtivas ainda são, em grande parte, tradicionais e artesanais, resultando em baixa produtividade e altos níveis de desperdício (Guerrero *et al.*, 2025). Além disso, o impacto ambiental significativo da construção convencional gera uma parcela considerável de emissões globais de carbono, exigindo a adoção de tecnologias menos poluentes (Guerrero *et al.*, 2025) e capazes de atender às demandas de resiliência urbana, como o déficit habitacional em territórios suscetíveis a riscos geológicos (García-Ruiz; Díez-Minguito; Verichev, 2024).

No Brasil, a ocorrência de riscos geológicos é realidade em todo o território, estando associada principalmente a deslizamentos em encostas e a inundações em áreas de várzea e planícies (Pinto, 2006). Esses fenômenos, frequentemente potencializados por eventos climáticos extremos, geram impactos sociais, econômicos e ambientais adversos (Wang *et al.*, 2022). A urgência na mitigação desses riscos impulsiona a busca por soluções construtivas que garantam a resiliência e a segurança das Habitações de Interesse Social (HIS), especialmente em locais com restrições geotécnicas (García-Ruiz; Díez-Minguito; Verichev, 2024).

Essas restrições são agravadas pela presença de solos de baixa capacidade de suporte, como solos moles e solos colapsíveis. Conforme definição de Pinto (2006), os solos moles são constituídos de materiais argilosos saturados que apresentam baixíssima resistência ao cisalhamento, reduzida permeabilidade e elevada compressibilidade (Pinto, 2006). Os solos colapsíveis são solos não saturados, geralmente porosos e de baixa densidade, que apresentam uma perda repentina e significativa de volume quando submetidos a um aumento de umidade, mesmo sob tensões relativamente baixas (Veloso; Lopes, 2010). O controle da umidade e a minimização da carga estrutural são, portanto, fundamentais para mitigar os

riscos associados tanto a solos moles quanto a solos colapsáveis (Pinto, 2006; Veloso; Lopes, 2010).

Nesse contexto, em conformidade com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, preconizados pela Agenda 2030, sobretudo o ODS 11, os sistemas construtivos leves, como o *Light Steel Frame* (LSF) e o *Light Wood Frame* (LWF), têm ganhado destaque como alternativas promissoras ao concreto armado. A recente normatização para o emprego do LSF (ABNT, 2022) e do LWF (ABNT, 2023) reforçam essa tendência. Esses sistemas se destacam pela otimização no uso de materiais, aceleração dos prazos de construção e, especialmente, pela leveza estrutural (Lagoa *et al.*, 2021; Rossignoli; Gaspar, 2021; Sotsek *et al.*, 2020). Esta leveza é fundamental para a redução do carregamento estrutural sobre o solo, tornando o uso desses sistemas potencialmente mais adequado para as áreas de risco geológico (Veloso; Lopes, 2010).

Este estudo busca avaliar a aplicabilidade e os benefícios desses sistemas leves (LSF e LWF) no contexto das áreas de risco geológico brasileiras. Os sistemas de construção leves possuem características estruturais e ambientais vantajosas que os tornam mais eficientes para a implantação de HIS em solos moles e solos colapsáveis, em comparação com as técnicas tradicionais de concreto armado e vedação em alvenaria.

Diante disso, o objetivo geral é comparar as três técnicas construtivas (LSF, LWF e concreto armado) para identificar o sistema mais adequado para a implantação de HIS em solo de baixa capacidade de suporte. O método empregado será uma avaliação multicritério adaptada da Avaliação de Pontos de Pinho e Penna (2008). Para alcançar esse fim, os objetivos específicos incluem: analisar as características dos sistemas construtivos leves (LSF e LWF) em relação à baixa capacidade de suporte dos solos moles e solos colapsáveis; e identificar e aplicar critérios de avaliação comparativa entre LSF, LWF e concreto armado com alvenaria de vedação, considerando variáveis atreladas ao desempenho estrutural, viabilidade econômica e impacto ambiental.

2. Referencial Teórico

Esta seção analisa as vantagens e os desafios relacionados aos sistemas construtivos leves *Light Steel Frame* (LSF) e *Light Wood Frame* (LWF), bem como ao sistema convencional em concreto armado e alvenaria, tradicionalmente utilizado nas construções brasileiras.

2.1. *Light Steel Frame* (LSF)

O sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) tem ganhado espaço como uma alternativa moderna e industrializada em relação às técnicas convencionais de construção civil baseadas em alvenaria. Originado nos Estados Unidos e adaptado a partir do sistema *Wood Frame*, o LSF utiliza perfis estruturais de aço galvanizado formados a frio como principal elemento de sustentação. Esses perfis, leves e de alta resistência, compõem painéis estruturais que substituem as paredes convencionais, sendo combinados a materiais de vedação, isolamento termoacústico e revestimentos diversos. O uso do aço galvanizado com proteção anticorrosiva garante durabilidade à estrutura, enquanto a montagem a seco permite maior agilidade na execução da obra (Pinheiro, 2023).

As principais características técnicas do sistema são regidas pela NBR 16970 (ABNT, 2022), que dispõe sobre os requisitos gerais para projeto e dimensionamento das estruturas de aço que integram o sistema construtivo *Light Steel Framing*. O sistema utiliza perfis metálicos com espessuras que variam entre 0,8 mm e 1,25 mm, geralmente em aço galvanizado, conforme pré-estabelecido pela NBR 15253 (ABNT, 2014). Os painéis estruturais são montados em fábrica ou diretamente no canteiro com o auxílio de parafusos e conectores metálicos. A estrutura é então preenchida com isolantes térmicos e acústicos, como lã de vidro, lã de rocha ou poliuretano expandido, e revestida com placas de gesso acartonado, OSB ou cimentícias. Essa composição permite um excelente desempenho físico e conforto ambiental, além de possibilitar versatilidade na aplicação de diferentes acabamentos internos e externos (Lagoa *et al.*, 2021).

Dentre as vantagens mais destacadas do LSF, encontra-se a significativa redução no tempo de execução das obras, que pode ser até 40% menor do que em construções tradicionais (Rossignoli; Gaspar, 2021). A industrialização do processo permite precisão dimensional, planejamento detalhado e controle de qualidade desde a etapa de projeto. Além disso, o sistema consome menos água, já que não depende de argamassa, reboco ou concretagem em sua estrutura, e gera uma quantidade consideravelmente menor de resíduos sólidos, o que o torna uma alternativa mais sustentável (Silva; Santos, 2021).

O desempenho energético das edificações em LSF também merece destaque. Quando adequadamente projetado, o sistema pode alcançar elevados níveis de eficiência térmica, sobretudo com o uso de mantas isolantes e sistemas de vedação eficientes (Munhoz de Brito; Perin, 2024). Estudos apontam que, em climas quentes e úmidos como o brasileiro, o LSF, associado a estratégias passivas de ventilação e sombreamento, pode atender às exigências de conforto térmico estabelecidas pelas normas brasileiras (Munhoz de Brito; Perin, 2024).

Contudo, a aplicação do *Light Steel Frame* no Brasil ainda enfrenta desafios estruturais e culturais. Um dos principais entraves é a falta de mão de obra especializada (Rossignoli; Gaspar, 2021). Por se tratar de um sistema tecnicamente exigente, que demanda precisão na montagem e leitura de projetos técnicos, é necessária a capacitação contínua dos profissionais envolvidos (Rossignoli; Gaspar, 2021). Outro obstáculo importante refere-se à resistência cultural do público consumidor, que muitas vezes associa solidez estrutural à alvenaria tradicional, demonstrando desconfiança diante de sistemas construtivos alternativos (Rossignoli; Gaspar, 2021).

Além disso, embora o custo total da obra possa ser competitivo, o investimento inicial do LSF tende a ser mais elevado, especialmente em virtude da aquisição dos perfis metálicos e componentes industrializados (Frare *et al.*, 2021). Essa realidade pode representar uma barreira para a sua adoção em larga escala em projetos habitacionais de interesse social, mesmo considerando o potencial de racionalização e economia ao longo do ciclo de vida da edificação (Frare *et al.*, 2021).

2.2. Light Wood Frame (LWF)

O sistema construtivo *Light Wood Frame* (LWF) foi recentemente normatizado pela NBR 16936 (ABNT, 2023), que estabelece as diretrizes e condições de projeto e execução para edificações térreas ou assobradadas, isoladas ou geminadas, de até dois pavimentos.

Estruturalmente, o LWF é composto “por peças leves de madeira maciça serrada, ou produto derivado de madeira, com fechamentos em chapas unidas às peças de madeira” (ABNT, 2023, p.10).

Uma das principais vantagens do LWF é que, devido ao seu baixo peso próprio, é possível a utilização de fundações superficiais. No entanto, isso exige atenção redobrada para a ancoragem das estruturas de madeira à fundação, em razão das cargas negativas geradas pela ação do vento (ABNT, 2023). A estrutura é composta por montantes, vergas e contraventamentos confeccionados em peças de madeira maciça serrada, que fornecem estabilidade e resistência (ABNT, 2023). Essa significativa redução do peso próprio da estrutura e dos sistemas de vedação (ABNT, 2023), característica intrínseca do LWF, é um fator determinante que potencializa seu emprego em terrenos geotécnicos desfavoráveis, como solos moles e solos colapsáveis. A menor carga estrutural minimiza o risco de recalques diferenciais, o que potencializa o seu emprego no contexto das HIS implantadas em solos de baixa capacidade de suporte (Pinto, 2006; Veloso; Lopes, 2010).

Ainda na perspectiva de Sotsek *et al.* (2020), o emprego do LWF em larga escala está atrelado à facilidade de compatibilização com as instalações elétricas, de telecomunicações e hidráulicas. Além disso, a integração com sistemas de captação de água da chuva ou luz solar para aquecimento e produção de energia contribuem para a concepção de residências auto sustentáveis, aspecto essencial para a produção de HIS. Não obstante, como desafios, Sotsek *et al.* (2020) apontaram a necessidade de maior rigor técnico para a fabricação, construção, utilização e avaliação do desempenho do sistema.

Para além dos aspectos construtivos, o LWF se destaca no aspecto da sustentabilidade ambiental. Neste contexto, Myllyviita *et al.* (2022) investigaram o impacto da substituição de materiais de construção associados à alta emissão de gases de efeito estufa (GEE) por sistemas construtivos em madeira. Os autores simularam cenários comparativos entre os sistemas até o ano de 2050, considerando a descarbonização do setor de energia e o aumento da reciclagem de materiais de construção (Myllyviita *et al.*, 2022). As construções em madeira resultam em menores emissões de GEE em comparação com construções semelhantes em concreto ou aço. Contudo, a escala desse impacto varia consideravelmente em função dos projetos arquitetônicos, bem como em relação à combinação de diferentes materiais empregados em cada sistema construtivo. Desse modo, os resultados indicaram que, embora a construção em madeira geralmente resulte em menores emissões de GEE, o benefício relativo tende a diminuir no futuro, devido à maior descarbonização em função da reciclagem de materiais não madeireiros, como o aço (Myllyviita *et al.*, 2022).

Paralelamente, Wang *et al.* (2022) investigaram a resiliência de residências em madeira frente aos riscos climáticos e concluíram que aspectos como a segurança dos sistemas construtivos e o tempo de execução são preponderantes para a avaliação de desempenho em contextos de vulnerabilidade. Assim, a capacidade de agregar as metas de resiliência comunitária em metas de desempenho de edificações pode contribuir para o desenvolvimento de códigos de construção civil que incorporem metas sociais frente aos riscos climáticos (Wang *et al.*, 2022).

2.3. Concreto Armado com Vedação em Alvenaria

O concreto armado com vedação em alvenaria é o sistema construtivo mais comum no Brasil. O sistema é composto por cimento, pedra, areia e água, sendo significativamente mais resistente à compressão do que à tração. Para resolver essa limitação, barras de aço são adicionadas nas partes da estrutura onde há tração, enquanto o concreto resiste à compressão. Falhas na execução, como concretagem inadequada, uso incorreto de escoras e armaduras, e falta de controle de qualidade, podem levar à degradação. O adensamento é um processo crucial para remover espaços vazios e garantir a máxima resistência e impermeabilidade do concreto, e sua execução inadequada pode comprometer a estrutura. A cura do concreto, que controla a umidade para as reações de hidratação do cimento, também é essencial (Sousa *et al.*, 2021).

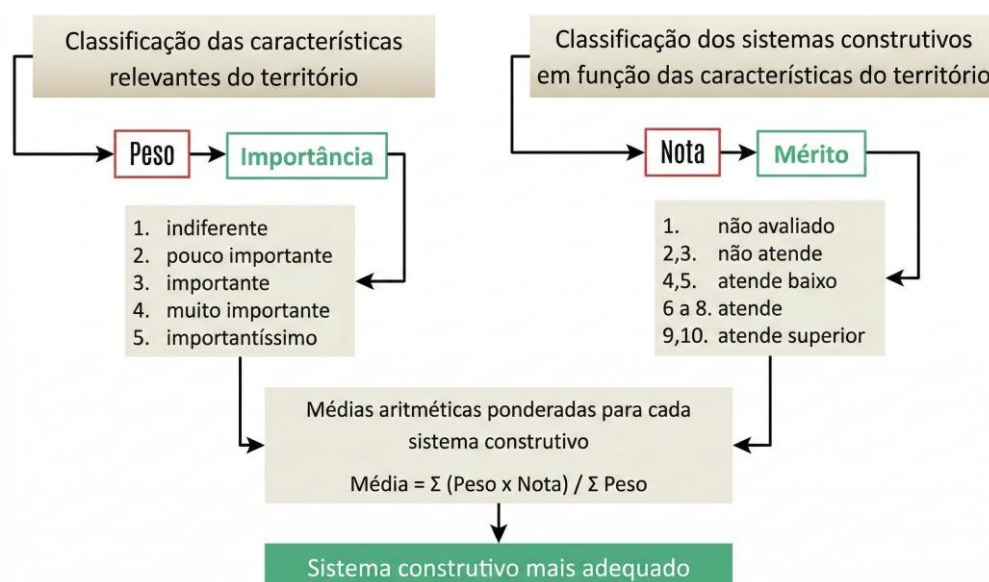
No âmbito da durabilidade, a corrosão das armaduras, causada pela penetração de íons cloreto, é um dos principais problemas que reduzem a vida útil de estruturas de concreto em ambientes agressivos. A difusão de cloretos é fortemente influenciada pelo grau de saturação (GS) dos poros do concreto. Um estudo utilizou dados meteorológicos e medições de GS para desenvolver modelos que estimam o GS com base nas condições ambientais, tornando possível a inclusão desse parâmetro na avaliação da vida útil das estruturas (Favretto *et al.*, 2021).

No âmbito da sustentabilidade, pesquisas têm explorado o uso de resíduos na composição do concreto. Meert, Hastenpflug e Andrade (2021) analisaram a substituição da areia natural por lodo de estação de tratamento de água (ETA) in natura. A pesquisa mostrou que o lodo de ETA tem potencial para ser usado como agregado miúdo, mas com um teor limite de 10% para evitar grandes perdas nas propriedades físicas e mecânicas do concreto. A substituição resultou em uma redução da consistência do concreto em até 50%, além de um aumento na porosidade e na absorção de água, e uma redução na massa específica. Salles *et al.* (2021) investigaram o uso de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD). Foi constatado que os agregados reciclados têm menor massa específica, maior porosidade e absorção de água em comparação com os naturais, o que afeta negativamente o desempenho reológico e mecânico do concreto. Por outro lado, a durabilidade pode ser melhorada, pois os concretos reciclados apresentaram maior resistência à carbonatação. Essa melhora é atribuída à alta absorção de água dos agregados reciclados, que reduz a relação água/cimento efetiva, resultando em uma matriz mais densa e resistente.

3. Procedimentos Metodológicos

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, adotou-se uma abordagem metodológica descritiva e exploratória, conforme delineamento proposto por Gil (2022). Uma vez que a investigação visa identificar e comparar a adequação de sistemas construtivos leves, foi adotada uma abordagem mista, combinando análises qualitativas e quantitativas. A metodologia empregada consistiu na aplicação do método de avaliação multicritério, adaptado do método de Atribuição de Pontos, de Pinho e Penna (2008). Conforme os autores, este método permite subsidiar decisões de projeto ao ponderar as necessidades específicas de um empreendimento, enfatizando a análise de múltiplos critérios relevantes para o contexto (Pinho; Penna, 2008).

Neste estudo, o método foi empregado para hierarquizar os sistemas construtivos (LSF, LWF e concreto armado com vedação em alvenaria) e identificar qual deles apresenta o maior potencial para a construção de HIS em áreas com solos de baixa capacidade de suporte (solos



moles e solos colapsáveis).

Desse modo, com base nos critérios de empregabilidade descritos no referencial teórico (Seção 2), procedeu-se à atribuição de pesos (P) e notas por mérito (N). Os pesos foram atribuídos a cada critério conforme sua importância para o contexto, em uma escala de 1 a 5, variando de indiferente à importantíssimo. As notas por mérito foram atribuídas conforme o grau de adequação de cada sistema construtivo ao critério correspondente, em uma escala de 1 a 10, variando de não avaliado à atende superior, conforme Figura 1.

Figura 1 - Sistema de atribuição de pontos elaborado por Pinho e Penna (2008).

Fonte: Reproduzido pelas autoras (2025).

Por fim, foram calculadas as médias aritméticas ponderadas (M_p) para cada sistema construtivo, utilizando a fórmula $M_p = \Sigma (P \times N) / \Sigma P$, estabelecendo a hierarquia final. Os sistemas com resultados mais elevados foram considerados mais adequados para a construção de edificações em solos de baixa capacidade de suporte.

4. Resultados

Os critérios de avaliação de desempenho identificados no referencial teórico (seção 2) e os pesos e notas atribuídos ao grau de adequação dos sistemas foram sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise Comparativa de Sistemas Construtivos

Critérios de avaliação	Autores	Peso	Nota		
			LSF	LWF	CA
Redução da carga estrutural sobre o solo	Wang <i>et al.</i> , 2022;	5	7	8	4
Complexidade e custo das fundações (rasas, profundas)	Pinto, 2006; Veloso; Lopes, 2010	5	7	8	5
Intervenções adicionais para reforço e estabilização do solo	Pinto, 2006; Veloso; Lopes, 2010	5	8	7	4
Comportamento frente ao colapso e recalque	Pinto, 2006; Veloso; Lopes, 2010	5	7	8	3
Manuseio e transporte dos sistemas construtivos na obra	Pinto, 2006; Veloso; Lopes, 2010	5	9	7	5
Disponibilidade e custo de materiais	Myllyviita <i>et al.</i> , 2022; Frare <i>et al.</i> , 2021	3	6	4	9
Tempo de execução	Wang <i>et al.</i> , 2022; Pinheiro, 2023	5	9	7	4
Ampliações e adaptações	Lagoa <i>et al.</i> , 2021; Rossignoli; Gaspar, 2021	2	8	6	6
Manutenção e reparos	Sotsek <i>et al.</i> , 2020	3	9	5	8
Vãos livres e pé direito elevado	Lagoa <i>et al.</i> , 2021; Rossignoli; Gaspar, 2021	2	7	6	8
Desperdício de materiais	Sotsek <i>et al.</i> , 2020	4	9	8	3
Mão de obra qualificada	Sotsek <i>et al.</i> , 2020, Frare <i>et al.</i> , 2021; Rossignoli; Gaspar, 2021.	4	4	3	9
Qualidade e durabilidade	Sotsek <i>et al.</i> , 2020; Pinheiro, 2023; Favretto <i>et al.</i> , 2021	4	7	5	8
Conforto ambiental	Sotsek <i>et al.</i> , 2020; Pinheiro, 2023; Munhoz; Perin, 2024	3	8	8	7
Sustentabilidade	Wang <i>et al.</i> , 2022; Myllyviita <i>et al.</i> , 2022; Silva; Santos, 2021; Meert, Hastenpflug e Andrade, 2021; Salles <i>et al.</i> , 2021	4	7	8	5
Média ponderada =			7,49	6,71	5,50

Fonte: As autoras (2025).

A atribuição de pesos aos critérios foi definida em função da relevância de cada aspecto para o contexto do estudo, que prioriza a resiliência e a viabilidade dos sistemas construtivos em áreas com restrições geotécnicas. O maior peso (5) foi conferido aos critérios diretamente associados à mitigação de riscos em solos de baixa capacidade de suporte, notadamente aos critérios “Redução da carga estrutural sobre o solo” e “Comportamento frente ao colapso e recalque”. Esses aspectos são essenciais, pois a menor carga estrutural reduz os fenômenos de recalque e colapso, além de simplificar as fundações e facilitar a manipulação de elementos estruturais no canteiro de obras. O “Tempo de Execução” também recebeu peso 5, devido a sua relevância em contextos de resiliência urbana e déficit habitacional.

Os critérios relacionados à viabilidade construtiva e à sustentabilidade, analisada sob a perspectiva da redução de desperdícios ao longo do ciclo de vida dos sistemas estruturais, receberam peso 4, pois impactam diretamente na adoção dos sistemas em larga escala, aspecto relevante para o contexto da construção de HIS. Os critérios secundários para a resiliência estrutural, mas importantes para a qualidade ambiental e para a experiência do usuário, tais como “Conforto Ambiental” e “Possibilidade de ampliações e adaptações” foram categorizados com pesos intermediários (3 e 2), refletindo sua contribuição complementar à seleção dos sistemas construtivos.

5. Análises dos Resultados e Discussões

A análise comparativa dos sistemas construtivos revelou que o LSF se mostrou a solução mais vantajosa para a construção de habitações em áreas de solos de baixa capacidade de suporte, obtendo o melhor desempenho geral. O LSF se destacou particularmente em critérios como tempo de execução, manutenção e reparos, e desperdício de materiais. O sistema *Light Wood Frame*, embora tenha ficado em segundo lugar, apresentou notas elevadas em conforto térmico e sustentabilidade. Por outro lado, o sistema construtivo em concreto armado e vedação em alvenaria, apesar de ter o melhor desempenho em disponibilidade e custo dos materiais, mão de obra qualificada, e qualidade e durabilidade, foi o menos adequado para as categorias de reduzir a carga sobre o solo e desperdício de materiais, que são cruciais para o contexto de solos moles ou colapsíveis.

6. Considerações Finais

Os sistemas construtivos leves, como o LSF e o LWF, representam uma solução promissora para a construção de habitações em áreas com solos de baixa capacidade de suporte. O método de atribuição de pontos utilizado no estudo demonstrou que o LSF obteve o melhor desempenho geral, destacando-se em critérios como tempo de execução, manutenção e reparos, e menor desperdício de materiais. O LWF, embora tenha ficado em segundo lugar, apresentou notas elevadas em conforto térmico e sustentabilidade. Em contrapartida, o sistema tradicional de concreto armado com vedação em alvenaria foi considerado o menos adequado para esse contexto, principalmente devido ao seu desempenho inferior em reduzir

a carga sobre o solo e desperdício de materiais, que são critérios cruciais para solos de baixa capacidade de suporte.

O estudo conclui que os sistemas construtivos leves são mais adequados e eficientes para habitações em áreas de risco geológico no Brasil, especificamente caracterizadas por solos de baixa capacidade de suporte, em comparação com as técnicas convencionais de concreto armado. A leveza e a rapidez de montagem desses sistemas contribuem para a resiliência dessas construções, reduzindo o déficit habitacional. No entanto, a adoção em larga escala ainda enfrenta desafios, como a necessidade de mão de obra especializada e a resistência cultural, que frequentemente associa solidez estrutural ao concreto e à alvenaria tradicional. Além disso, o custo inicial do LSF tende a ser mais alto, o que pode ser uma barreira para projetos de habitação social.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16970:2022** Light Steel Framing - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas - Parte 1: Desempenho. Rio de Janeiro. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253:2005** – Perfis estruturais de aço formados a frio – Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16936:2023** – Edificações em light wood frame. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BRASIL (2023a). LEIS. Portaria MCID nº 724, de 15 de junho de 2023. Dispõe sobre as condições gerais da linha de atendimento de provisão subsidiada de unidades habitacionais (...). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 jul. 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mcid-n-724-de-15-de-junho-de-2023-490336536>. Acesso em: 07 nov. 2025.

BRASIL (2023b). LEIS. Portaria MCID nº 725, de 13 de abril de 2023. Institui o Programa Mulheres Mil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 jul. 2023. Disponível <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-725-de-13-de-abril-de-2023-476993529>. Acesso em: 07 nov. 2025.

CAIXA. **Cadernos CAIXA: Projeto padrão - casas populares | 42m2**. Vitória, ES: GIDUR/VT, janeiro de 2007.

FAVRETTO, Felipe; MAGALHÃES, Fábio Costa; GUIMARÃES, André Tavares da Cunha; CLIMENT, Miguel Ángel; REAL, Mauro de Vasconcellos. Modelos de estimativa do grau de saturação do concreto a partir das variáveis ambientais aplicados à análise de confiabilidade de estruturas de concreto armado atacadas por íons cloreto. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, e13001, 2021. DOI: 10.1590/S1517-707620210003.13001. Acessado em: 06 de agosto de 2025.

FRARE, Andreza *et al.* **Comparativo entre alvenaria convencional e light steel frame em um projeto residencial de Guarapuava-PR**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC, 2021, [Guarapuava]. Anais [...].

[Guarapuava]: CONTECC, 2021. p. [1-10]. Disponível em:

<https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Selecionados%20Fase%20Oral/ESTUDO%20COMPARATIVO%20ENTRE%20ALVENARIA%20CONVENCIONAL%20E%20SISTEMA%20LIGHT%20STEEL%20FRAME%20OEM%20UM%20PROJETO%20RESIDENCIAL%20DE%20GUARAPUAVA-PR.pdf>. Acesso em 22 de julho de 2025.

García-Ruiz, Andrés, Manuel Díez-Minguito, Konstantin Verichev, and Manuel Carpio. "Bibliometric Analysis of Urban Coastal Development: Strategies for Climate-Resilient Timber Housing." *Sustainability* 16, no. 4 (2024): 1–25. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su16041431>>. Acessado em: 12 de julho de 2025.

Gil, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 7 ed. Barueri [SP]: Atlas, 2022. ISBN978-65-597-7164-6.

Guerrero Cuasapaz, David P., Milton B. Guerrón Figueroa, Jonnathan R. Lalangui García, Erik J. Chavez Amaguaña, and Carlos A. Paz Zambrano. "Análisis técnico comparativo entre sistemas constructivos de steel framing y estructuras metálicas para viviendas regulares." *Boletín Técnico de Construcción* 8, no. 3 (2025): 112-125. Acessado em: 12 de julho de 2025.

MEERT, Rúbia; HASTENPFLUG, Daniel; ANDRADE, Jairo José de Oliveira. Contribuição para o uso de lodo de estação de tratamento de água in natura como agregado miúdo em concretos de cimento Portland: avaliação da consistência, massa específica, porosidade, absorção, resistência à compressão e tração na compressão diametral. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, e13025, 2021. DOI: 10.1590/S1517-707620210003.13025. Acessado em: 06 de agosto de 2025.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). **Portaria nº 725, de 15 de junho de 2023**. Dispõe sobre as especificações urbanísticas, de projeto e de obra (...). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 113-A, p. 1, 16 jun. 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-mcid-n-725-de-15-de-junho-de-2023-489953937>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MYLLYVIITA, Tanja; HURMEKOSKI, Elias; KUNTTU, Janni. Substitution impacts of Nordic wood-based multi-story building types: influence of the decarbonization of the energy sector and increased recycling of construction materials. **Carbon Balance And Management**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 0-0, 17 maio 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13021-022-00205-x>. Disponível em: <https://cbmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13021-022-00205-x>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MUNHOZ DE BRITO, V.; PERIN, J. Construtivo a Seco (Light Steel Framing): Técnica de Radier Como Sistema de Construção. **Anais do Congresso de Engenharia Civil**, 2024. Disponível em: https://repositorio.pgscogna.com.br/bitstream/123456789/56445/1/VITOR_MUNHOZ_DE_BRITO.pdf. Acesso em: 13 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em:

<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2025.

Pinheiro, N. de M. . (2023). LIGHT STEEL FRAME: Sustentabilidade e Racionalização. **Rebena - Revista Brasileira De Ensino E Aprendizagem**, 6, 391–403. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/119>. Acesso em 12 de agosto de 2025.

PINTO, C.S. **Curso Básico de Mecânica dos solos em 16 aulas**, 3ª edição, Oficina de Textos, São Paulo, 2006.

SOUSA, José Levi Chaves de; AQUINO, Francisco Kelson Melo de; NASCIMENTO, Navilta Veras do; COSTA, Antônio Aurileida Vieira da; TEIXEIRA, José Ciro Sampaio. **Patologias do concreto armado e seus métodos de restauração estrutural**. Research, Society and Development, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 1, e53110112053, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.12053. Acessado em: 06 de agosto de 2025.

SALLES, Pedro Valle; GOMES, Camila Lacerda; POGGIALI, Flávia Spitale Jacques; RODRIGUES, Conrado de Souza. **A importância da segregação do agregado reciclado na resistência e na durabilidade do concreto estrutural**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 177-196, jul./set. 2021. DOI: 10.1590/s1678-86212021000300545. Acessado em: 06 de agosto de 2025.

SOTSEK, Nicolle Christine *et al.* Evaluation method for building performance in Light Wood Frame in Brazil. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 553-572, jul. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300445>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/88708>. Acesso em: 12 ago. 2025.

SOUZA, Giovane Caldonazzo; PINTO, Prof. Dr. Giovane. Construção sustentável de residências de interesse social: um estudo de caso com Light Steel Frame em Varginha MG. 2022. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/>. Acesso em: 12 de agosto de 2025.

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

WANG, Wanting Lisa; GARDONI, Paolo; KUCHMA, Daniel A.; MITCHEM, Timothy A.; MCALLISTER, Therese J. Determination of Individual Building Performance Targets to Achieve Community-Level Social and Economic Resilience Metrics. **Journal Of Structural Engineering**, [S.L.], v. 148, n. 5, p. 0-0, maio 2022. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)st.1943-541x.0003338](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)st.1943-541x.0003338). Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ST.1943-541X.0003338>. Acesso em: 12 ago. 2025.