

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE *LIGHT STEEL FRAME* E CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM RESIDÊNCIA DE ALTO PADRÃO NA SERRA GAÚCHA

Júlia Brugalli, Rebeca Jéssica Schmitz

Resumo: No setor da construção civil, a implementação de inovação tecnológica, racionalização dos métodos utilizados e aumento da produtividade, são fatores diretamente associados à sustentabilidade. O método *Light Steel Frame* (LSF) vai de encontro a essa filosofia de projeto. Neste sentido, o presente trabalho compara, no âmbito de custo e tempo de execução, os métodos construtivos LSF e concreto armado com alvenaria de vedação para uma residência unifamiliar de alto padrão, atualmente executada em LSF, na cidade de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. A fim de possibilitar as análises, a condição da estrutura em concreto armado da residência foi modelada no *software* TQS. Foram realizados orçamentos para ambos os métodos construtivos, tomando como base valores atualizados de mercado e da planilha SINAPI (março de 2021). Paralelamente à análise comparativa, foi aplicado questionário, a fim de avaliar a compreensão e interesse de adesão ao sistema LSF pela amostra residente na Serra Gaúcha. A partir do questionário, foi possível identificar forte relação cultural à resistência em aderir a novas tecnologias construtivas. Resistência esta que pode ser minimizada, visto o menor custo em construir em LSF, apresentando redução de 5,04% no custo da obra, além de redução de 31,53% no tempo necessário para a execução. Desta forma, acredita-se que, à medida em que um sistema se mostra vantajoso no quesito custo e tempo de execução, além de garantir um bom desempenho da edificação, os fatores culturais tendem a ser alterados com o passar do tempo.

Palavras-chave: *light steel frame*; concreto armado; estruturas em aço.

Introdução

A busca por conforto e segurança foi primitivamente a motivação para a construção de residências, garantindo, basicamente, a sobrevivência das civilizações. Este tipo de empreendimento, dado como necessidade básica até os dias atuais, buscava recursos naturais para a sua execução (MOSSINATO, 2017). Com a demanda crescente por moradias, ampla oferta de mão de obra e abundância de matéria prima, o concreto armado com alvenaria de vedação passou a fazer parte da sociedade de forma cultural, por este motivo sendo denominado “sistema convencional”. Entretanto, a partir do momento em que

o homem passou a produzir materiais de construção, não mais utilizando a matéria prima de forma natural, a construção civil passou a ser responsável por grande parte dos resíduos sólidos gerados mundialmente, estes, com maior dificuldade em incorporar-se novamente ao meio ambiente (MATEUS, 2004).

Visto isso, a necessidade de implantar novas tecnologias no setor da construção civil torna-se primordial. Nesse sentido, Bruna (1976) afirma que a industrialização está fundamentalmente ligada aos conceitos de organização, repetição e padronização, o que garante maior precisão e controle na execução, além de proporcionar maior fidelidade entre projeto e realidade. Ainda, conforme Santiago, Freitas e Crasto (2012), para atender à crescente demanda por moradias, deve-se priorizar métodos construtivos racionais, que evitem desperdícios, com matéria prima sustentável e que aumentem a produtividade no canteiro de obras, como é o caso do *Light Steel Frame* (LSF).

O sistema LSF tem por característica principal apresentar estrutura leve, pré-fabricada a partir de perfis esbeltos de aço galvanizado, conformados a frio. A vedação vertical se dá por placas cimentícias nas faces externas e de gesso nas faces internas, utilizando, entre os perfis, materiais que proporcionam melhoria no desempenho térmico e acústico da edificação, como lã de rocha. A concepção da estrutura se dá de forma modular, evitando assim desperdícios, além de contar com materiais facilmente recicláveis e fazer pouco uso de água no canteiro de obras. O sistema é amplamente utilizado em países como os Estados Unidos desde a década de 1930, chegando ao Brasil em 1990, onde encontra certa resistência de adesão por parte da população brasileira (SAINT-GOBAIN, 2011).

Com o objetivo de compreender quais os fatores determinantes para a escolha por certo método construtivo, o presente trabalho analisa a influência de fatores culturais a partir de questionário e compara os sistemas LSF e convencional no quesito custo e tempo de execução, a partir da elaboração de projetos e orçamentos, tomando como base uma residência unifamiliar preexistente no município de Bento Gonçalves/RS.

Procedimentos metodológicos

A fim de realizar a análise comparativa no que diz respeito ao custo e tempo de execução, entre os sistemas convencional e LSF, a presente pesquisa toma como base uma residência unifamiliar de alto padrão, localizada em Bento Gonçalves/RS. A edificação preexistente contempla subsolo em concreto armado com alvenaria cerâmica de vedação e pavimento térreo executado em LSF, este com 385,63 m² de área construída, conforme Figura 1.

Figura 1 – Visualização 3D pavimento térreo



Fonte: Arquivo Maira & Maciel Arquitetos, 2021.

Visto que o pavimento subsolo é equivalente para ambos os métodos construtivos analisados, bem como a escada interna que dá acesso aos dois pavimentos, desta forma não influenciando no orçamento, o estudo admite apenas o pavimento térreo da edificação, por ser este executado em LSF, conforme Figuras 2 e 3, possibilitando, assim, a comparação entre o método executado e o método convencional.

Figura 2 – Execução do pavimento térreo em LSF



Figura 3 – Vista superior execução do pavimento térreo



Fonte: Arquivo A1 Construções em *Light Steel Frame*, 2021.

Análise Comparativa

A presente pesquisa se limita a analisar a estrutura da residência (pilares, vigas, lajes e vedação vertical), não se atendo a demais detalhes construtivos, como acabamentos, revestimentos e projetos complementares como elétrico e hidrossanitário. As fundações foram desconsideradas da análise, por não se ter acesso aos parâmetros adotados para o solo, o que tornaria o estudo comparativo pouco confiável.

O acesso aos projetos arquitetônicos, estruturais e orçamentários, admitindo a edificação preexistente, foram fornecidos pelo escritório de arquitetura responsável em formato DWG, com autorização dos proprietários da residência. Entretanto, supondo a residência executada pelo método convencional, fez-se necessária a elaboração de projeto estrutural, este utilizando o *software* CAD/TQS (FIGURA 4). Foi utilizada a versão de estudante disponibilizada pela empresa TQS Informática.

Figura 4 – Modelagem estrutural TQS



A modelagem estrutural foi realizada de modo a respeitar todos os parâmetros impostos pela NBR 6118 (ABNT, 2014). Optou-se pelo uso de laje maciça de concreto, seguindo o mesmo tipo de laje adotado no projeto original. O concreto adotado para todos elementos estruturais possui resistência característica (f_{ck}) de 25 MPa. As cargas que compõem os esforços da estrutura são oriundas da NBR 6120 (ABNT; 2019), conforme Tabela 1. As cargas das lajes são cargas acidentais, decorrentes do uso da edificação. Já a carga distribuída nas vigas é proveniente da alvenaria de vedação, esta em blocos cerâmicos, com 14 cm de espessura e 2 cm de revestimento argamassado em ambas as faces.

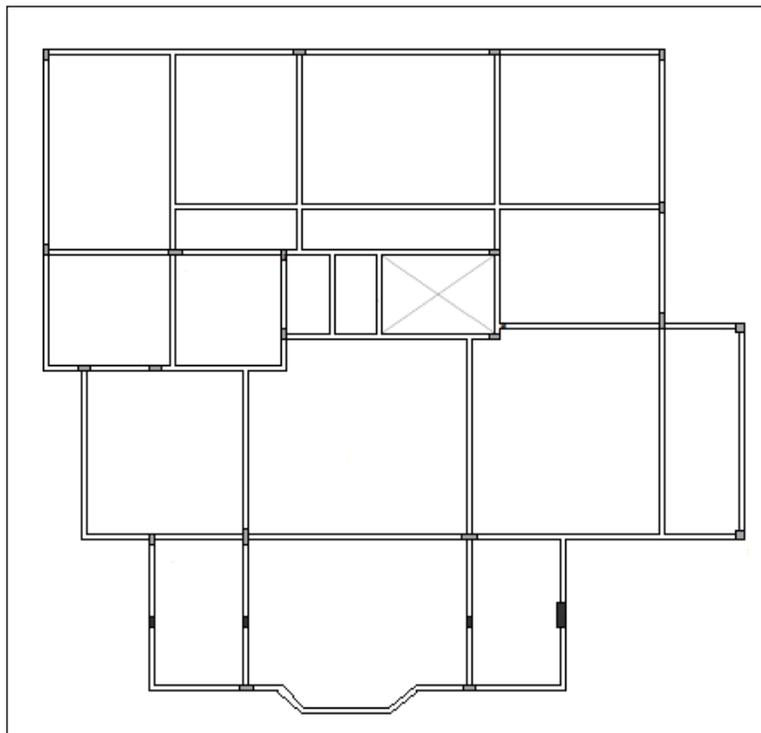
Tabela 1 – Cargas da Estrutura

Local	Descrição	Carga (KN/m ²)
Laje Térreo	Dormitório / Sala / Copa / Sanitários	1,5
Laje de Cobertura	Forro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1
Carga Distribuída Vigas	Bloco cerâmico vazado 14cm de espessura + 2cm de reboco em cada face	1,9

Fonte: Autora, adaptado da NBR 6120 (ABNT, 2019).

Em comparação com a estrutura em LSF, a estrutura em concreto armado demanda pilares e elementos construtivos, como vigas e vedação vertical com seções maiores. Ainda assim, a modelagem da estrutura prezou pela fidelização com o projeto arquitetônico original, conforme Figura 5. Além disso, foi inserido ao orçamento para sistema convencional, reboco e forro de gesso, a fim de tornar a comparação mais fiel aos acabamentos do LSF.

Figura 5 – Planta Esquemática Pavimento Térreo



A elaboração do orçamento, admitindo a estrutura em concreto armado, foi desenvolvida utilizando o *software* Orçafascio. Este faz interface com o *software* de modelagem estrutural CAD/TQS, realizando orçamento com base nos quantitativos gerados a partir da planilha de materiais oriunda da modelagem da estrutura. Para as licenças pagas do TQS, a interface se dá de forma automática, já para a versão estudante, utilizada para o desenvolvimento do trabalho, é necessário fazer o lançamento dos quantitativos de forma manual. O Orçafascio permite utiliza dados das planilhas nacionais como SINAPI, SBC e SICRO. Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram utilizados valores de composições e insumos da planilha SINAPI de março de 2021, referente ao estado do Rio Grande do Sul, estes, desonerados. A Tabela 2 apresenta resumo quantitativo dos insumos e composições utilizados para orçamento da estrutura. A utilização da planilha referente ao mês de março se dá em função do período ser concomitante à obra analisada.

Tabela 2 – Resumo quantitativo de insumos e composições

ITEM	PARÂMETRO	AÇO - Bitola em mm Quantidade em Kg							CONCRETO	FORMAS
		Ø6,3	Ø8	Ø10	Ø12,5	Ø16	Ø20	Ø25	m³	m²
Pilares	Quantidade	124	33	191	162	87	349	428	3,96	73,56
	Código Insumo	32	33	34	43055	43055	43056	43056	-	-
	Código Composição	92760	92761	92762	92763	92764	92765	92766	92718	92263
Vigas Cobertura	Quantidade	171	11	503	136	36	-	-	9,2	118,01
	Código Insumo	32	33	34	43055	43055	-	-	-	-
	Código Composição	92760	92761	92762	92763	92764	-	-	92725	92265
Laje Cobertura	Quantidade	1.789	9	34	-	-	-	-	36,55	243,68
	Código Insumo	32	33	34	-	-	-	-	-	-
	Código Composição	92760	92761	92762	-	-	-	-	92725	92267

O orçamento foi realizado por etapa, a partir dos quantitativos gerados pela modelagem da estrutura e recebeu no seu total porcentagem de 30% de BDI (Benefício e Despesas Indiretas). O BDI foi acrescentado ao orçamento a fim de buscar maior fidelidade com situações reais de obra, visto que o orçamento em LSF contempla BDI desconhecido embutido no valor fornecido. A porcentagem de BDI é definida a partir dos custos e taxas particulares de cada empresa. Para a presente análise, após algumas simulações, entendeu-se que 30% é um valor usual pelas empresas do setor.

A estimativa de tempo de execução, considerando o método convencional, se deu pelos coeficientes fornecidos pelo SINAPI, correspondentes às horas necessárias para execução de cada composição utilizada no orçamento, dividindo as atividades entre pedreiro e servente. As composições adotadas se referem às atividades de fabricação de forma, armação e concretagem referentes a cada elemento construtivo, além da execução de alvenaria de vedação, reboco e forro de gesso. Os coeficientes fornecidos pelo SINAPI foram multiplicados pelos quantitativos correspondentes, resultando no total de horas necessárias de serviços de pedreiro e servente para a finalização da construção. Foi admitido o trabalho de 2 pedreiros e 3 serventes, com jornada diária de trabalho de 8 horas, desta forma, equivalendo-se a equipe executiva necessária para LSF.

Para a realização do orçamento em LSF, foi contatada a empresa A1 Construções em *Light Steel Frame*, responsável pela execução da residência, que forneceu os valores de mão de obra e estimativa de tempo de execução para cada etapa. Para a obtenção do orçamento de materiais, foi contatada empresa *Center Steel e Dry Store*, que forneceu cópias dos orçamentos originais, estes, com valores divididos entre materiais da laje de cobertura e dos painéis

auto portantes. A definição por realizar o orçamento para LSF com base nos valores de mercado reais da execução da residência, se dá por conta da falta de dados que admitam o LSF como sistema estrutural em planilhas como o SINAPI. É importante salientar que os valores de mão de obra contemplam o deslocamento da equipe executiva, baseada em Viamão, a 132,7 km de Bento Gonçalves. A estimativa de tempo de execução foi fornecida em etapas, considerando jornada de trabalho diária de 8 horas.

Questionário

A fim de analisar o entendimento e compreender quais aspectos levam a adesão, ou não, do sistema LSF, foi aplicado questionário *online* intitulado “Preferência por Determinado Método Construtivo” em uma amostra de 223 pessoas. A amostra mínima representativa não foi previamente definida, pois o cálculo dessa amostra se baseia na população total alvo do estudo, que não era possível de quantificar, visto que o público de interesse era de pessoas residentes da Serra Gaúcha, com ligação profissional com a construção civil, ou possíveis investidores da área. Das 223 respostas coletadas, 154 se enquadram nas características definidas para a amostra. As questões aplicadas dividiam-se em questões de cunho pessoal (idade, sexo, escolaridade, cidade em que reside), a fim de compreender quem eram os respondentes e assim poder selecionar apenas as respostas de interesse, e questões específicas sobre a área de pesquisa, estas listadas:

1. Você possui ligação profissional com a construção civil?
2. Se tratando de construções residenciais, qual é o primeiro sistema construtivo que lhe vem à mente?
3. Você conhece ou já ouviu falar sobre o sistema *Light Steel Frame*?
4. Para você, quais os fatores mais importantes no momento de optar por determinado sistema construtivo?
5. Quais são os questionamentos que lhe surgem ao ouvir falar em construções em *Light Steel Frame*?
6. Em uma escala de 1 a 5, qual seria o seu interesse em residir ou investir em construções em *Light Steel Frame*?

O questionário esteve disponível para coleta de respostas durante três meses, após findado este período, as respostas foram exportadas para uma planilha Excel possibilitando a síntese e análise das respostas obtidas.

Resultados e Discussão

Para a execução das etapas analisadas da residência, considerando-a em concreto armado com alvenaria de vedação, obteve-se o orçamento apresentado na Tabela 3 e seriam necessários 130 dias.

Tabela 3 – Orçamento Sistema Convencional

Etapa	Valor
Pilares	R\$ 42.862,73
Vigas Cobertura	R\$ 24.520,93
Laje de Cobertura (com gesso)	R\$ 65.454,09
Alvenaria de Vedação (com reboco)	R\$ 39.599,34
Total R\$ 172.437,09	
BDI 30% R\$ 224.168,22	

Em relação à estrutura original em LSF, os valores de materiais e mão de obra são apresentados na Tabela 4. O tempo de execução pode ser observado conforme descrição na Tabela 5.

Tabela 4 – Orçamento *Light Steel Frame*

Descrição		Valor
Material	Paineis Auto Portantes	R\$70.857,37
	Laje de Cobertura	R\$39.022,86
Mão de Obra	Pré montagem - Elevação dos paineis	R\$27.380,00
	Laje de Cobertura	R\$12.380,00
	Revestimento externo (OSB + Membrana)	R\$17.380,00
	Revestimento externo (Placa cimentícea)	R\$22.380,00
	Revestimento interno, divisórias com lã de vidro + osb 9,5mm e drywall	R\$23.480,00
Total		R\$212.880,23

Fonte: Arquivo A1 Construções em *Steel Frame*, 2021.

Tabela 5 – Tempo de Execução *Light Steel Frame*

Tempo de Execução	
Pré montagem - Elevação dos painéis	15 dias
Revestimento Externo (OBS + Membrana)	7 dias
Revestimento externo (Placa cimentícea)	7 dias
Revestimento interno, divisórias com lâ de vidro + osb 9,5mm e drywall	7 dias
Laje de cobertura	5 dias
Tempo de Execução Total: 41 dias	

Fonte: Arquivo A1 Construções em *Steel Frame*, 2021.

Analisando os custos totais para ambos os métodos construtivos, é possível identificar uma economia de 5,04% no orçamento para a estrutura executada em LSF. O sistema convencional apresenta custo de R\$224.168,22, enquanto o LSF, R\$212.880,23, conforme a Figura 6.

Figura 6 – Comparativo de Custos

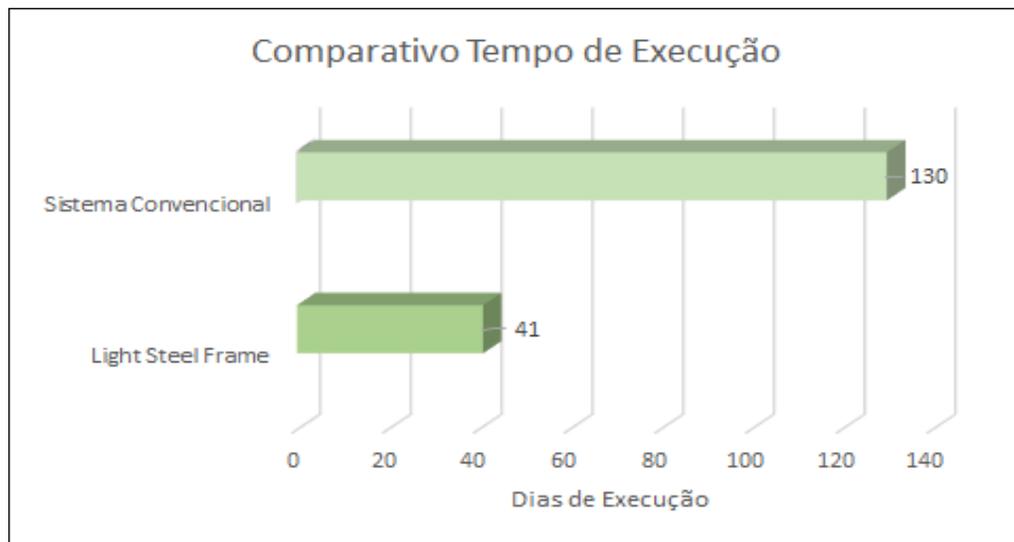


Dada a comparação, é possível observar que a fidelização com o projeto arquitetônico original, concebido para estrutura em LSF, requer elementos construtivos em concreto armado mais robustos, a fim de atender aos vãos e balanços que são possíveis com a estrutura metálica, tornando o sistema mais oneroso, quando aplicado a este projeto. Além disso, o presente estudo não considera as fundações da estrutura, por não haver acesso aos parâmetros do solo, porém, pode-se supor que devido à estrutura em LSF ser mais leve, o

custo das fundações seria proporcional, sendo também mais econômicas se comparadas às fundações para o sistema convencional.

Quanto ao tempo de execução, o sistema LSF apresenta uma otimização de 68,47%, conforme Figura 7, levando 41 dias para a montagem da estrutura, tornando-a apta para receber as etapas complementares e de acabamento, enquanto o sistema convencional, levaria 130 dias para execução, sendo necessário também considerar o tempo de cura do concreto para retirada do escoramento.

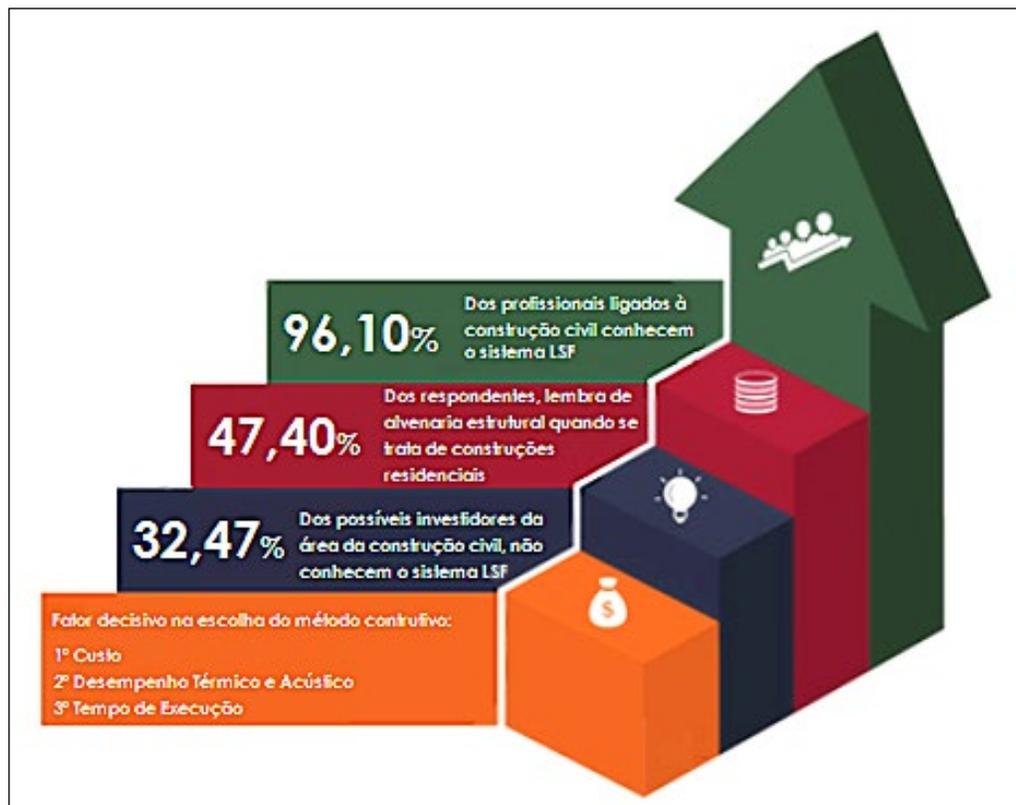
Figura 7 – Comparativo de Tempo de Execução



A partir das análises comparativas, é possível identificar vantagens financeiras ao optar pelo LSF como método construtivo, porém, é importante ressaltar que se trata de um sistema que requer projeto e detalhamento específicos, de forma modular, o que demanda conhecimento técnico por parte da equipe de projetistas. Além disso, o sistema convencional conta com mão de obra abundante no mercado, por outro lado, para a execução do LSF, é necessário conhecimentos específicos de interpretação de projetos e mão de obra especializada, o que pode vir a ser um empecilho, dependendo da região em que a obra está inserida.

A região da Serra Gaúcha carrega forte herança cultural da imigração italiana, mantendo costumes construtivos históricos, trazidos pelos imigrantes no início do século XIX, costumes como as características artesanais e técnicas rudimentares, fazendo uso de materiais de fácil acesso, como madeira, pedras e blocos cerâmicos de produção local (RIBEIRO, 2011). É possível analisar resumo das respostas obtidas através do questionário na Figura 8.

Figura 8 – Resumo de respostas questionário



O questionário aplicado na presente pesquisa, constatou de forma geral a alvenaria estrutural como o método construtivo mais lembrado para construções residenciais, remetendo às antigas construções e a crença cultural de que o bom desempenho e estabilidade da estrutura estão relacionadas à densidade de seus elementos estruturais. Custo, desempenho térmico e tempo de execução, apareceram respectivamente, como os fatores mais importantes para a escolha de determinado método construtivo. Custo e tempo de execução, conforme apresentado pelos resultados da presente análise comparativa, se mostram vantajosos em comparação ao sistema convencional, o que torna o LSF competitivo. Analisa-se que o desempenho térmico se faz importante na região, devido à alta taxa de umidade e grande variação de temperatura, com dias de frio intensos no inverno. Desta forma, Uribe (2013), afirma que o sistema LSF além de atender aos requisitos de desempenho térmico e acústico especificados pela NBR 15575 (ABNT, 2013), permite a melhoria destes quesitos, fazendo uso de materiais leves, assim, atingindo parâmetros que sistemas convencionais não alcançam.

Ainda, em resposta à pergunta: “Quais são os questionamentos que lhe surgem ao ouvir falar em construções em *Light Steel Frame*?”, a estabilidade

da estrutura é o tópico mais indagado pela amostra. Devido ao LSF se tratar de uma estrutura leve, caracterizada pelos seus perfis esbeltos, a amostra questiona a segurança, mais uma vez relacionando estruturas robustas com um melhor desempenho. Também é possível observar esta crença cultural ao analisar que 57,14% dos respondentes que não tem interesse em conhecer o sistema LSF, preferindo o sistema convencional, dizem lembrar de alvenaria estrutural como método mais usual para construções residenciais.

As questões direcionadas aos profissionais da área da construção, mostram que 96,10% destes conhecem ou já ouviram falar sobre o LSF. Porém, conforme Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE (PINTEC, 2011), nota-se a baixa inovação no quesito de qualificação na construção civil. Isto se torna nítido, visto que este dado corrobora com a deficiência de profissionais capacitados em todos os níveis, desde engenheiros até montadores, para projetar e executar o sistema na atualidade.

Na parcela da amostra que demonstra interesse em investir no setor da construção civil dentro de um período de dez anos, apenas 32,47% não conhecem o sistema LSF. Porém, este conhecimento se apresenta de forma superficial, gerando dúvidas quanto à segurança da estrutura, tornando ainda a influência cultural um fator de peso na decisão sobre qual método construtivo escolher investir.

De forma a acrescentar na discussão dos resultados obtidos, o presente trabalho relaciona-se com pesquisas já desenvolvidas no mesmo campo de estudo. Desta forma, traz a pesquisa de Marques (2019), intitulada “Análise Comparativa Entre o Sistema Estrutural Convencional e o Sistema *Light Steel Framing* em Residências de Alto Padrão”, realiza estudo de caso, baseado em obra existente executada em concreto armado com vedação em alvenaria cerâmica, localizada em Goiânia/GO. O autor expõe a dificuldade em realizar o orçamento para a estrutura em LSF, por haver poucas empresas especializadas na região, o que tornou seus resultados pouco precisos. Assim, ao realizar o orçamento com base no peso do aço utilizado na construção, identificou o LSF sendo 4,01% mais oneroso, e ao calcular o custo por metro quadrado de área construída, o LSF se apresenta como 29,13% mais oneroso, se comparado com o sistema convencional. Em contrapartida, enquanto o sistema convencional demandaria 180 dias para execução da residência, o LSF demandaria 82 dias, tornando o sistema 42,56% mais ágil. Analisando a metodologia empregada, é possível identificar certa tendência em favorecer o método convencional, uma vez que os orçamentos para o sistema LSF não levaram em conta as composições, que influenciam diretamente no custo total da obra, dado que a mão de obra empregada em cada método possui demandas distintas. A grande variação de custos entre os dois métodos aplicados para o sistema LSF, também demonstram incompatibilidade do estudo com a aplicação real. Relacionando o trabalho de Marques (2019) com a atual pesquisa, é possível verificar que

a metodologia aplicada é diretamente proporcional com a confiabilidade dos resultados obtidos.

Já o trabalho “Comparativo orçamentário e ambiental: sistema construtivo convencional e *Light Steel Frame*”, de Mossinato (2017), apresenta estudo de caso tomando como base um projeto de residência de interesse social, elaborado pela Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR). A autora efetuou o orçamento para o sistema convencional com base nas composições da planilha SINAPI. Para LSF, referenciou-se na literatura de Oliveira (2012). Desta forma, o LSF apresentou redução de 4,67% no custo direto da obra e de 25,64% no tempo necessário para execução da residência. Além disso, relacionando a escolha por determinado método construtivo com sustentabilidade, a pesquisa aponta redução de 28,33% na emissão de CO₂ na atmosfera ao optar pelo LSF, em comparação com o sistema convencional. O trabalho de Mossinato (2017) apresenta metodologia semelhante a presente pesquisa, sendo possível identificar similaridade nos resultados obtidos, mesmo que para edificações de padrão diferentes. Para obras de repetição, como é o caso das habitações de interesse social, a redução do custo e tempo de execução apresentados se mostra ainda mais atrativa.

Considerações finais

O presente trabalho se propôs a analisar de forma comparativa, nos quesitos custo e tempo de execução, uma residência de alto padrão preexistente, executada em LSF no município de Bento Gonçalves/RS, além de aplicar questionário *online* a fim de avaliar a compreensão e interesse de adesão ao sistema LSF pela amostra residente na Serra Gaúcha.

O estudo comparativo analisou o pavimento térreo da residência designada ao estudo de caso, considerando a execução em LSF ou concreto armado com alvenaria de vedação. Para a situação real da edificação, o orçamento e estimativa de tempo de execução foram fornecidos pelas equipes técnicas responsáveis. Já para a edificação suposta em concreto armado com alvenaria de vedação, fez-se necessária a modelagem estrutural utilizando o *software* TQS. Para este caso, o orçamento foi desenvolvido utilizando a interface Orçafascio, com valores da planilha SINAPI desonerada referentes ao mês de março de 2021.

Como resultado da análise comparativa, pode-se concluir que o LSF oferece vantagens econômicas no quesito custo, apresentando redução de 5,04% no orçamento da obra. Da mesma forma, no quesito tempo de execução, o LSF se mostra vantajoso em relação ao sistema convencional, apresentando tempo de execução 68,47% menor.

O questionário *online* aplicado na amostra residente na Serra Gaúcha atingiu 154 respostas do grupo de interesse. A partir dos dados coletados, foi

possível concluir que a influência cultural ainda é fator presente no momento de optar por determinado método construtivo.

Desta forma, conclui-se que o sistema LSF é vantajoso para a edificação alvo do estudo, evidenciando que as barreiras culturais a respeito de novas tecnologias construtivas devem ser questionadas. Com isso, entende-se que o objetivo geral do trabalho foi atendido.

Agradecimentos

À André Fávero e esposa, por permitirem a realização da pesquisa tomando como base o seu lar. Maira & Maciel Arquitetos e A1 Construções em *Light Steel Frame*, pela presteza e disponibilização dos projetos e materiais técnicos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6120:2019**.

Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2014. 66p.

A1 CONSTRUÇÕES EM *LIGHT STEEL FRAME*. Projetos. Disponível em: <<https://a1steelframe.com.br/>>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

BRUNA, P. J. V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1976. 308p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Inovação, PINTEC**. 2011. 12p. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=52784>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MACIEL, Pedro J.; MACIEL, Maira. **Obras em Andamento**. Disponível em: em: <<http://macielemaira.com.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MARQUES, G. B. P. João. **Análise Comparativa Entre o Sistema Estrutural Convencional e o Sistema *Light Steel Framing* em Residências de Alto Padrão**. 2019, 89p. Dissertação (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AN%C3%81LISE_COMPARATIVA_ENTRE_O_SISTEMA_ESTRUTURAL_CONVENCIONAL_E_O_SISTEMA_LIGHT_STEEL_FRAMING_EM_RESID%C3%84NCIAS_DE_ALTO_PADR%C3%83O.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020

MATEUS, Ricardo. **Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção**. 2004, 79p., parte 1. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil. Ermesinde, Portugal,

2004. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/817/5/Parte%20I.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

MOSSINATO, N. Caroline. **Comparativo orçamentário e ambiental: sistema construtivo convencional e *Light Steel Frame***. 2017, 94f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Guaratinguetá, São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156617/000900396.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 out. 2020.

RIBEIRO, P. N. **Contributo para uma “História da Construção” no Brasil**. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH, São Paulo, julho 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/68569129-Contributo-para-uma-historia-da-construcao-no-brasil.html>>. Acesso em: 06 out. 2020.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, M. S. A.; CRASTO, C. M. **“Steel Framing”**: Arquitetura. 2.ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 152p. (Série Manual da Construção Civil).

SAINT-GOBAIN. **Guia de sistema para produtos planos**. Brasilit. 2011. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Guia%20de%20Sistemas%20Produtos%20Planos_11.pdf>. Acesso em: 13 out. 2020.

TQS DOCS. **Concreto Armado**. Não Paginado. São Paulo/SP. Disponível em: <<http://docs.tqs.com.br/Docs/PrintAllReport/3124?language=pt-BR>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

URIBE, P. C. D. **Análise Térmica e Energia Incorporada de Vedações para Habitações de Interesse Social. Estudo de Caso com Utilização do *Steel Frame* no Entorno do DF**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil. Universidade de Brasília – UNB. 2013. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M13-5A-Cristhian-Palacio.pdf>>. Acesso em: 25 de jun. de 2021.